

reference 1.

[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int. Cl⁶

H01L 33/00

[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 97193501.7

[43]公开日 1999年4月28日

[11]公开号 CN 1215503A

[22]申请日 97.12.26 [21]申请号 97193501.7

[30]优先权

[32]97.1.31 [33]JP [31]018782/97

[32]97.2.4 [33]JP [31]021124/97

[32]97.11.5 [33]JP [31]302473/97

[86]国际申请 PCT/JP97/04916 97.12.26

[87]国际公布 WO98/34285 日 98.8.6

[85]进入国家阶段日期 98.9.29

[71]申请人 松下电子工业株式会社

地址 日本大阪府

[72]发明人 井上登美男 真田研一 小屋贤一
福冈康彦

[74]专利代理机构 中科专利代理有限责任公司

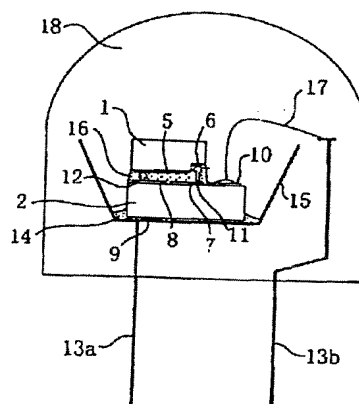
代理人 黄永奎

权利要求书 9 页 说明书 41 页 附图页数 28 页

[54]发明名称 发光元件与半导体发光装置及其制造方法

[57]摘要

具有由在蓝宝石基板上形成 GaN 层等构成双重异结构构造的 GaN 系 LED 元件 1, 以倒置状态搭载在硅基板上形成的 Si 二极管元件 2 上。GaN 系 LED 元件 1 的 p 电极 5 和 Si 二极管元件 2 的 n 电极 8 之间, 以及 GaN 系 LED 元件 1 的 n 电极 6 和 Si 二极管元件 2 的 p 电极 7 之间, 分别通过 Au 微型凸柱 11 及 12 进行电连接, Si 二极管元件 2 起从静电破坏中保护 LED 元件 1 的作用。Si 二极管元件 2 的背面电极 9 连接到引线框架 13a 上, Si 二极管元件 2 的 p 电极 7 的连接焊盘部 10 通过 Au 引线 17 连接到另一引线框架 13b 上。



专利文献出版社出版

ISSN 1008-4274

权 利 要 求 书

1. 一种发光元件, 包含有基板、在所述基板上形成的第一导电型半导体区域、在所述第一导电型半导体区域中的一部分区域上形成的第二导电型半导体区域、在所述第一导电型半导体区域中的所述一部分区域以外的另一区域上形成的第一电极、和在所述第二导电型半导体区域上形成的第二电极, 其特征是:

进一步包含有在所述第一和第二电极上形成的由导电性材料构成的多个微型凸柱;

在所述第一电极上形成的所述微型凸柱的个数为一个, 在所述第二电极上形成的所述微型凸柱的个数为一个以上。

2. 根据权利要求 1 所述的发光元件, 其特征是所述各个微型凸柱具有柱状或者蘑菇状, 所述各个微型凸柱的横向的最大尺寸在 5 到 300 μm 的范围内, 所述各个微型凸柱的高度在 5 到 50 μm 的范围内。

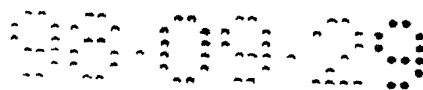
3. 根据权利要求 1 所述的发光元件, 其特征是在所述第一电极和第二电极中至少一方的下面设置有对所述第一或者第二导电型半导体区域紧密性好的金属层。

4. 一种发光元件, 包含有基板、形成在所述基板上的第一导电型半导体区域、在所述第一导电型半导体区域中的一部分区域上形成的第二导电型半导体区域、在所述第一导电型半导体区域中的所述一部分区域以外的另一区域上形成的第一电极、和在所述第二导电型半导体区域上形成的第二电极, 其特征是:

进一步包含有在所述第一和第二电极上形成的由导电性材料构成的微型凸柱;

在所述第一电极和第二电极的每一个上除形成有所述微型凸柱的区域外, 还形成有探针可以接触到的探针区域。

5. 根据权利要求 4 所述的发光元件, 其特征是所述第一电极的探针区域跨入到切割带的一部分形成。



6. 一种发光元件, 包含有基板、在所述基板上形成的第一导电型半导体区域、在所述第一导电型半导体区域中的一部分区域上形成的第二导电型半导体区域、在所述第一导电型半导体区域中的所述一部分区域以外的另一区域上形成的第一电极、和在所述第二导电型半导体区域上形成的第二电极, 其特征是:

进一步包含有在所述第一和第二电极上形成的由导电性材料构成的微型凸柱;

在所述第二电极上形成有为向外部发射来自发光元件的光的开口部。

7. 根据权利要求 6 所述的发光元件, 其特征是在所述第二电极形成的开口部的形状是直径在 $20\mu\text{m}$ 以下的圆, 或者可以包含在直径为 $20\mu\text{m}$ 以下的圆内的多角形。

8. 根据权利要求 6 所述的发光元件, 其特征是在所述第二电极上形成的开口部内, 对于所述第二导电型半导体区域设置有形成电阻接触的导电性透明电极。

9. 根据权利要求 1、4 或者 6 所述的发光元件, 其特征是所述基板是由对从发光元件发出的光呈透明的材料形成。

10. 根据权利要求 9 所述的发光元件, 其特征是所述基板由蓝宝石基板形成, 在所述基板上形成 GaN 系化合物半导体积层构造。

11. 根据权利要求 1 所述的发光元件, 其特征是所述微型凸柱至少是由含 Au 的金属材料形成。

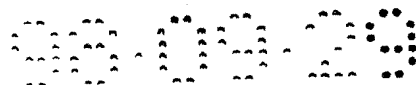
12. 一种发光元件的制造方法, 其特征是包含有下列工艺:

在基板上形成至少由第一导电型半导体区域和该第一导电型半导体区域上的第二导电型半导体区域组成的半导体层的第一工艺;

除去所述第二导电型半导体区域的一部分露出所述第一导电型半导体区域的第二工艺;

在所述第一半导体区域的一部分上形成由第一金属膜构成的第一电极的第三工艺;

在所述第二半导体区域的一部分上形成由第二金属膜构成的第二电极的第四工艺;



形成位于所述第一电极的一部分的上方的区域和位于所述第二电极的一部分的上方的区域开口的掩膜部件的第五工艺；

至少在所述掩膜部件的开口部上堆积第三金属膜的第六工艺；

除去所述掩膜部件在所述第一和第二电极上留下所述第三金属膜形成微型凸柱的第七工艺。

13. 一种发光元件的制造方法，其特征是包含下列工艺：

在基板上形成至少由第一导电型半导体区域和该第一导电型半导体区域上的第二导电型半导体区域组成的半导体层的第一工艺；

除去所述第二导电型半导体区域的一部分露出所述第一导电型半导体区域的第二工艺；

在所述第一半导体区域的一部分上形成第一金属膜的第三工艺、

在基板整个面上形成第二金属膜的第四工艺；

在所述第二金属膜中形成位于所述第一金属膜的一部分的上方的区域和位于所述第二半导体区域的一部分的上方的区域开口的掩膜部件的第五工艺；

至少在所述掩膜部件的开口部上堆积第三金属膜的第六工艺；

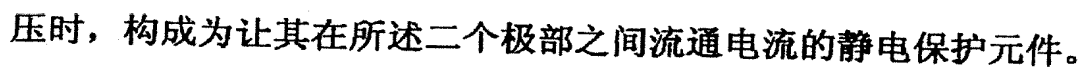
除去所述掩膜部件同时将所述第二金属膜作成布线图，一方面在所述第一半导体区域上留下由所述第一和第二金属膜构成的第一电极和其上的微型凸柱，另一方面在所述第二半导体区域上留下由所述第二金属膜构成的第二电极和其上的微型凸柱的第七工艺。

14. 根据权利要求 13 所述的发光元件的制造方法，其特征是在所述第六工艺中，由选择电镀法堆积第三金属膜。

15. 一种发光装置，其特征是包含有：

由绝缘基板和在该绝缘基板上形成的半导体膜所构成，并且在所述半导体膜的上面附近形成有 p 型半导体区域和 n 型半导体区域，构成为让其根据在 p 型半导体区域—n 型半导体区域间施加的电压发光的发光元件；

具有与所述发光元件的所述 p 型半导体区域和所述 n 型半导体区域分别进行电连接的二个极部，当所述发光元件的所述 p 型半导体区域—所述 n 型半导体区域相互之间接受到超过了小于破坏电压的规定电压的电



16. 根据权利要求 15 所述的发光装置, 其特征是所述静电保护元件, 构成为从所述第一极部向所述第二极部流通电流的方向成为比其反方向容易流通电流的正方向, 所述发光元件的 p 型半导体区域和所述静电保护元件的所述第二极之间进行电连接, 所述发光元件的 n 型半导体区域和所述静电保护元件的所述第一电极之间进行电连接。

17. 根据权利要求 16 所述的发光装置, 其特征是所述静电保护元件为二极管。

18. 根据权利要求 17 所述的发光装置, 其特征是所述二极管的正向工作电压比所述发光元件的反向破坏电压要小, 所述二极管的反向击穿电压比所述发光元件的正向破坏电压要小。

19. 根据权利要求 16 所述的发光装置, 其特征是所述静电保护元件是所述第一极部作为漏极、所述第二极部作为源极的场效应管, 所述场效应管的阈值电压大于所述发光元件的工作电压, 小于在所述发光元件的正向破坏电压和反向破坏电压。

20. 根据权利要求 15 所述的发光装置, 其特征是所述发光元件和所述静电保护元件处于相互重叠状态。

21. 根据权利要求 20 所述的发光装置, 其特征是所述静电保护元件是从所述第一极部向所述第二极部流通电流的方向为正方向的二极管, 并且在一方的面上具有分别连接到所述的第一、第二极部的第一、第二电极;

所述发光元件在所述的面上具有与所述 p 型半导体区域连接的 p 电极和与所述 n 型半导体区域连接的 n 电极;

所述发光元件的所述 p 电极和所述静电保护元件的所述第二电极之间, 以及所述发光元件的所述 n 电极和所述静电保护元件的所述第一电极之间, 任一个都通过微型凸柱进行电连接。

22. 根据权利要求 21 所述的发光装置, 其特征是所述发光元件由粘接剂机械连接到所述静电保护元件上;

所述静电保护元件的所述第一和第二电极中的至少一方分割成通过所述微型凸柱和所述发光元件的所述 p 电极或者 n 电极连接的区域、和用引线与外部部件连接的连接焊盘区域。

23. 根据权利要求 21 所述的发光装置, 其特征是所述发光元件和所述静电保护元件由粘接剂进行机械连接;

所述静电保护元件的所述第一和第二电极中的整体在某一方向上分割多个矩形部分所构成。

24. 根据权利要求 21 所述的发光装置, 其特征是所述发光元件和所述静电保护元件由粘接剂进行机械连接;

所述静电保护元件的所述第一和第二电极中存在所述粘接剂的区域的周围形成有环绕的槽沟或者凸部。

25. 根据权利要求 21 所述的发光装置, 其特征是所述发光元件搭载在所述静电保护元件上;

所述静电保护元件的所述第一电极和第二电极中任一个, 和所述发光装置的发光区域从平面上看在同一区域内形成, 构成为让其将从发光区域发出的光向上方发射。

26. 根据权利要求 21—25 中任一权利要求所述的发光装置, 其特征是所述二极管是具有所述第一极部和第二极部在半导体区域内的一面附近形成的 p 型半导体区域和 n 型半导体区域的横向型二极管。

27. 根据权利要求 21 所述的发光装置, 其特征是所述静电保护元件由所述发光元件上介入层间绝缘膜形成的半导体薄膜所构成。

28. 根据权利要求 15 所述的发光装置, 其特征是所述静电保护元件和所述发光元件共同在所述绝缘基板上形成。

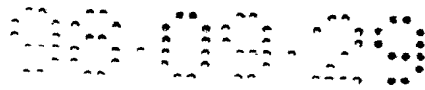
29. 根据权利要求 28 所述的发光装置, 其特征是所述静电保护元件由在所述绝缘基板上形成的半导体薄膜所构成。

30. 根据权利要求 15 所述的发光装置, 其特征是所述发光元件的所述绝缘基板和所述静电保护元件设置在共同的母基板上。

31. 根据权利要求 30 所述的发光装置, 其特征是所述静电保护元件由在所述母基板上形成的半导体薄膜所构成。

32. 根据权利要求 15 以及 28—31 中的任一权利要求所述的发光装置, 其特征是所述发光元件是用于液晶器件的背光的发光元件。

33. 根据权利要求 15—31 中的任一权利要求所述的发光装置, 其特征是所述发光元件和所述静电保护元件收容在共同的外壳内。



34. 根据权利要求 15 所述的发光装置,其特征是进一步包括至少设置在所述发光元件的周围,为反射从所述发光元件发射的光的反射体。

35. 根据权利要求 34 所述的发光装置,其特征是所述反射体构成为其上端至少要比所述发光元件的发光区域要高。

36. 根据权利要求 34 或者 35 所述的发光装置,其特征是所述反射体由金属铅构成,所述静电保护元件搭载在所述金属铅上。

37. 一种发光装置,其特征是包含有,具有绝缘基板和在该绝缘基板上形成 GaN 系的半导体层的 GaN 系化合物发光元件,和从静电中保护所述 GaN 系化合物发光元件的静电保护元件。

38. 根据权利要求 37 所述的发光装置,其特征是所述静电保护元件由具有 p 电极和 n 电极的二极管元件所构成;

所述二极管元件的 p 电极和所述 GaN 系发光元件的 n 电极进行电连接,所述二极管元件的 n 电极与所述 GaN 系发光元件的 p 电极进行电连接。

39. 根据权利要求 38 所述的发光装置,其特征是所述二极管元件的 p 电极和所述 GaN 系发光元件的 n 电极之间,以及所述二极管元件的 n 电极和所述 GaN 系发光元件的 p 电极之间都是通过微型凸柱进行连接,构成电子器件和光器件的复合器件。

40. 根据权利要求 37—39 中任一权利要求所述的发光装置,其特征是所述 GaN 系发光元件和所述静电保护元件收纳在共同的外壳内。

41. 一种半导体发光装置的制造方法,在包含在透明基板上形成半导体层膜并且在所述半导体层膜的表面上形成 p 侧电极和 n 侧电极的半导体发光元件、至少有二个独立的电极的附装元件、支撑所述附装元件可以向所述附装元件供给电力的基材,让所述附装元件与所述基材电连通搭载在所述基材上,所述半导体发光元件处于倒置状态搭载在所述附装元件上的倒装型半导体发光装置的制造方法中,其特征是包含下列工艺:

在所述半导体元件和所述附装元件的任一方的元件具有的电极上形成微型凸柱的工艺;

通过所述的微型凸柱,将所述半导体元件的 p 侧电极和 n 侧电极连接到所述附装元件的所述电极上的芯片连接工艺。

42. 根据权利要求 41 所述的半导体发光元件的制造方法,其特征是

所述芯片连接工艺包含对于包含所述附装元件的多个附装元件成行列状形成的基片，接近芯片状的所述半导体发光元件的工艺，和通过所述微型凸柱将所述半导体发光元件的所述p侧电极和n侧电极连接到包含在所述基片上的所述附装元件的所述电极上的工艺；

进一步包含，在所述芯片连接后，将所述基片分离成芯片，从所述基片多个形成成整体化的所述半导体发光元件和所述附装元件的工艺。

43. 根据权利要求 41 或者 42 所述的半导体发光装置的制造方法，其特征是所述芯片连接工艺包含，一边通过所述微型凸柱和所相对的所述电极接触，一边通过对所述半导体发光元件和所述附装元件中的至少一方施加加热、超声波以及重量，将所述微型凸柱焊接到所述电极的工艺。

44. 根据权利要求 42 所述的半导体发光装置的制造方法，其特征是包含有：

形成所述微型凸柱的工艺包含，在所述半导体发光元件的 p 侧电极和 n 侧电极上形成柱针的工艺；

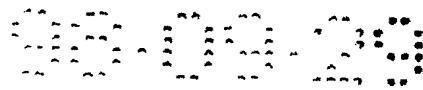
所述芯片连接工艺包含，对于所述基片内的各附装元件与对应的半导体发光元件进行位置对准的工艺，和通过将所述微型凸柱焊接到所述基片内的各附装元件的所述电极上，将所述半导体发光元件固定在所述附装元件上，同时通过所述微型凸柱与所对向的电极进行相互电连接的工艺；

进一步包含，将所述整体化的半导体发光元件和所述附装元件从基片分离出后，配置在所述基材的安装部上，将所述附装元件固定在所述基材上的工艺。

45. 根据权利要求 41 所述的半导体发光装置的制造方法，其特征是形成所述微型凸柱的工艺包含，在所述半导体发光元件的 p 侧电极和 n 侧电极上形成柱针的工艺；

所述芯片连接工艺包含，将所述附装元件配置在所述基材的安装部上，将所述附装元件固定在所述基材上以后，通过将所述微型凸柱焊接到所述附装元件的所述电极上，将所述半导体发光元件固定在所述附装元件上，同时通过所述微型凸柱与所对向的电极进行相互电连接的工艺。

46. 根据权利要求 44 或者 45 所述的半导体发光装置的制造方法，其特征是用电镀法形成所述微型凸柱。



47. 根据权利要求 42 所述的半导体发光装置的制造方法, 其特征是形成所述微型凸柱的工艺包含, 在包含在所述基片内的各附装元件的电极上形成柱针的工艺;

所述芯片连接工艺包含, 对于所述基片内的各附装元件与对应的半导体发光元件进行位置对准的工艺, 和通过将所述微型凸柱焊接到所述半导体发光元件的电极上, 将所述半导体发光元件固定在所述附装元件上, 同时通过所述微型凸柱与所对向的电极进行相互电连接的工艺。

48. 根据权利要求 41 所述的半导体发光装置的制造方法, 其特征是形成所述微型凸柱的工艺包含, 在所述附装元件的电极上形成柱针的工艺;

所述芯片连接工艺包含, 将所述附装元件配置在所述基材的安装部上, 将所述附装元件固定在所述基材上以后, 通过将所述微型凸柱焊接到所述半导体发光元件的电极上, 将所述半导体发光元件固定在所述附装元件上, 同时通过所述微型凸柱与所对向的电极进行相互电连接的工艺。

49. 根据权利要求 47 或者 48 所述的半导体发光装置的制造方法, 其特征是用电镀法形成所述微型凸柱。

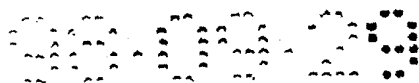
50. 根据权利要求 41 所述的半导体发光装置的制造方法, 其特征是进一步包含在所述芯片连接以后, 用探针接触所述附装元件, 利用配置在所述半导体发光元件的上方的光特性检测用的检测器, 从所述透明基板的上表面检测从所述半导体发光元件发出的光的光特性检测工艺。

51. 根据权利要求 42 所述的半导体发光装置的制造方法, 其特征是所述芯片连接工艺包含, 对于包含所述附装元件的多个附装元件成行列状形成的基片, 接近芯片状的所述半导体发光元件的工艺;

通过所述微型凸柱将所述半导体发光元件的 p 侧电极和 n 侧电极连接到包含在所述基片上的所述附装元件的所述电极上的工艺。

52. 根据权利要求 51 所述的半导体发光装置的制造方法, 其特征是所述光特性检测工艺是在所述芯片连接以后, 对所述基片内的所述半导体发光元件进行。

53. 根据权利要求 21 所述的发光装置, 其特征是所述发光元件的所述 p 电极和所述静电保护元件的所述第二电极之间, 以及所述发光元件的



所述 n 电极和所述静电保护元件的所述第一电极之间,任一个都通过微型凸柱进行机械连接;

所述静电保护元件的所述第一和第二电极中的至少一方具有成通过所述微型凸柱和所述发光元件的所述 p 电极或者 n 电极连接的区域、和通过引线与外部部件连接的连接焊盘区域。

54. 根据权利要求 21 或者 53 所述的发光装置,其特征是在所述静电保护元件的所述第一和第二电极所形成的面的相反的面上形成有第三电极;

所述第三电极是和所述第一和第二电极中没有所述连接焊盘区域的电极具有同一极性的电极。

说明书

发光元件与半导体发光装置及其制造方法

本发明涉及一种具有在绝缘基板上形成的半导体积层膜的发光元件、以及包含这种半导体发光元件的半导体发光装置、及其制造方法，特别是，对于采用在蓝宝石基板上形成的氮化镓系化合物半导体的发光元件（LED）以及包含这种发光元件的发光装置（LED灯），本发明特别适用。

近年来，随着液晶显示器等利用光的器件的需求扩大，各种发光元件已经实用化。在这样的发光元件中，氮化镓系化合物半导体（ $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$ ， $0 \leq x$ ， $0 \leq y$ ， $x+y \leq 1$ ）目前作为高亮度兰色以及绿色发光二极管（LED）已经产品化，同时今后作为构成兰色激光二极管、紫外线传感器或者太阳电池等的材料也很引人注目。

图4A、图4B以及图4C分别为表示已经产品化的现有的GaN·LED元件的俯视图、B-B线剖视图以及C-C线剖视图。在图中所示的半导体层的厚度与实际厚度并不对应。图5为表示已经产品化的现有的LED灯的剖视图。该GaN·LED元件40，在蓝宝石基板30上面依次积层有GaN缓冲层31、n型GaN层32、InGaN活性层33、p型AlGaN层34以及p型GaN层35，形成双重异构的结构。n型GaN层32的上面形成为由下段部和上段部组成的阶梯状，在下段部的n型GaN层32的上面形成有由Ti和Au组成的n电极36。在上段部的n型GaN层32的上面依次积层有上述的InGaN活性层33、p型AlGaN层34以及p型GaN层35。在p型GaN层35的上面形成有由Ni和Au组成的电流扩散用的透明电极37，并进一步在其上形成p电极38。该GaN·LED元件40由于采用绝缘的蓝宝石基板构成，两电极均在蓝宝石基板上形成。还有，从GaN·LED元件40上面侧为光取出面，除n电极36和p电极38的连接焊盘部36a、38a以外，上面均用保护膜39所覆盖。然后，该GaN·LED元件40通过绝缘性

的粘接剂 43 小片接合在引线框架 44a 的前端的冲模垫上。GaN · LED 元件 40 的 n 电极 36 通过 Au 线 41 与引线框架 44a 相接, p 电极 38 通过 Au 线 42 与引线框架 44b 相接。然后, 将装载 GaN · LED 元件 40 的引线框架 44a、44b 的前端部用透光的环氧树脂 45 模制封装, 制成 LED 灯。

上述现有的发光元件存在以下问题。

如上所述, 为了让 GaN · LED 元件 40 与其它元件等进行电连接而进行引线键合时, 至少分别需要在 n 电极 36 和 p 电极 38 上形成一直径大于 $100\mu\text{m}$ 的圆形或者其一边长大于 $100\mu\text{m}$ 的正方形连接焊盘部 36a、38a, 而且由于要在取出光那一面形成上述两电极 36、38, 使得光的取出效率不好。因此, 如果为了想确保在连接焊盘部 36a、38a 上所必要的面积和光的取出量而要确保所需的面积的话, 就会制约缩小发光元件的尺寸, 存在难于使发光元件小型化的问题。

本发明的主要目的, 是在半导体发光元件及其制造方法中减少发光元件进行电连接的电极所需的面积, 谋求发光元件整体小型化, 同时提高发光元件的亮度以及光的取出效率。

还有, 本发明的另一目的, 提供一种包含上述发光元件的发光装置及其制造方法。

本发明的发光装置, 是包含有基板、在上述基板上形成的第一导电型半导体区域、在上述第一导电型半导体区域中的一部分区域上形成的第二导电型半导体区域、在上述第一导电型半导体区域中的上述一部分区域以外的另一区域上形成的第一电极、和在上述第二导电型半导体区域上形成的第二电极的发光元件, 进一步包含有在上述第一和第二电极上形成的由导电性材料构成的多个微型凸柱, 在上述第一电极上形成的上述微型凸柱的个数为 1 个, 在上述第二电极上形成的上述微型凸柱的个数在 1 个以上。

上述各个微型凸柱具有柱状或者蘑菇状, 上述各个微型凸柱的横向的最大尺寸以在 5 到 $300\mu\text{m}$ 的范围内, 上述各个微型凸柱的高度可在 5 到 $50\mu\text{m}$ 的范围内。

上述第一电极和第二电极中至少一方的下面可设置对上述第一或者

第二导电型半导体区域紧密性好的金属层。

本发明的另一发光元件，包含有基板、在上述基板上形成的第一导电型半导体区域、在上述第一导电型半导体区域中的一部分区域上形成的第二导电型半导体区域、在上述第一导电型半导体区域中的上述一部分区域以外的另一区域上形成的第一电极、和在上述第二导电型半导体区域上形成的第二电极的发光元件，进一步包含有在上述第一和第二电极上形成的由导电性材料构成的微型凸柱，在上述第一电极和第二电极的每一个上除形成有上述微型凸柱的区域以外，还形成有探针可以接触到的探针区域。

上述第一电极的探针区域可跨入到切割带的一部分形成。

本发明的再另一发光元件，是包含有基板、在上述基板上形成的第一导电型半导体区域、在上述第一导电型半导体区域中的一部分区域上形成的第二导电型半导体区域、在上述第一导电型半导体区域中的上述一部分区域以外的另一区域上形成的第一电极、和在上述第二导电型半导体区域上形成的第二电极的发光元件，进一步包含有在上述第一和第二电极上形成的由导电性材料构成的微型凸柱，在上述第二电极上在形成有为向外部发射来自发光元件的光的开口部。

上述第二电极形成的开口部的形状是以直径在 $20\mu\text{m}$ 以下的圆，或者可以包含在直径在 $20\mu\text{m}$ 以下的圆内的多角形。

在上述第二电极形成的开口部内，也可以对于上述第二导电型半导体区域设置有形成电阻接触的导电性透明电极。

上述基板可以由对从发光元件发出的光呈透明的材料形成。

上述基板也可以由蓝宝石基板形成，在上述基板上形成 GaN 系化合物半导体的层构造。

上述微型凸柱可至少是由含 Au 的金属材料形成。

本发明的发光元件的制造方法包含下列工艺：在基板上形成至少由第一导电型半导体区域和该第一导电型半导体区域上的第二导电型半导体区域组成的半导体层的第一工艺；除去上述第二导电型半导体区域的一部分露出上述第一导电型半导体区域的第二工艺；在上述第一半导体区域

的一部分上形成由第一金属膜构成的第一电极的第三工艺；在上述第二半导体区域的一部分上形成由第二金属膜构成的第二电极的第四工艺；形成位于上述第一电极的一部分的上方的区域和位于上述第二电极的一部分的上方的区域开口的掩膜部件的第五工艺；至少在上述掩膜部件的开口部上堆积第三金属膜的第六工艺、和除去上述掩膜部件在上述第一和第二电极上留下上述第三金属膜形成微型凸柱的第七工艺。

本发明的另一发光元件的制造方法包含下列工艺：在基板上形成至少由第一导电型半导体区域和该第一导电型半导体区域上的第二导电型半导体区域组成的半导体层的第一工艺；除去上述第二导电型半导体区域的一部分露出上述第一导电型半导体区域的第二工艺；在上述第一半导体区域的一部分上形成第一金属膜的第三工艺；在基板整个面上形成第二金属膜第四工艺；在上述第二金属膜中形成位于上述第一金属膜的一部分的上方的区域和位于上述第二半导体区域的一部分的上方的区域开口的掩膜部件的第五工艺；至少在上述掩膜部件的开口部上堆积第三金属膜的第六工艺；以及除去上述掩膜部件同时将上述第二金属膜作布线图，一方面在上述第一半导体区域上留下由上述第一和第二金属膜构成的第一电极和其上的微型凸柱，另一方面在上述第二半导体区域上留下由上述第二金属膜构成的第二电极和其上的微型凸柱的第七工艺。

在上述第六工艺中，也可以由选择电镀法堆积第三金属膜。

本发明的发光装置包含，有由绝缘基板和在该绝缘基板上形成的半导体膜所构成，并且在上述半导体膜的上面附近形成有 p 型半导体区域和 n 型半导体区域，构成为让其根据在 p 型半导体区域—n 型半导体区域间施加的电压发光的发光元件；和具有与上述发光元件的上述 p 型半导体区域和上述 n 型半导体区域分别进行电连接的二个极部，当上述发光元件的上述 p 型半导体区域—上述 n 型半导体区域相互之间接受到超过了小于破坏电压的规定电压的电压时，构成为让其在上述二个极部之间流通电流的静电保护元件。

上述静电保护元件以构成为从上述第一极部向上述第二极部流通电流的方向成为比其反方向容易流通电流的正方向，上述发光元件的 p 型半



导体区域和上述静电保护元件的第二电极之间进行电连接，上述发光元件的 n 型半导体区域和上述静电保护元件的第一电极之间进行电连接为好。

上述静电保护元件可以是二极管。

优选上述二极管的正向工作电压比上述发光元件的反向破坏电压要小，上述二极管的反向击穿电压比上述发光元件的正向破坏电压要小。

上述静电保护元件也可以是上述第一极部作为漏极、上述第二极部作为源极的场效应管，上述场效应管的阈值电压大于上述发光元件的工作电压，小于上述发光元件的正向破坏电压和反向破坏电压。

上述发光元件和上述静电保护元件可处于相互重叠状态。

优选上述静电保护元件是从上述第一极部向上述第二极部流通电流的方向为正方向的二极管，并且在一方的面上具有分别连接到上述的第一、第二极部的第一、第二电极，上述发光元件在上述的面上具有与上述 p 型半导体区域连接的 p 电极和与上述 n 型半导体区域连接的 n 电极；上述发光元件的上述 p 电极和上述静电保护元件的上述第二电极之间，以及上述发光元件的上述 n 电极和上述静电保护元件的上述第一电极之间，任一个都通过微型凸柱进行电连接。

上述发光元件也可以由粘接剂机械连接到上述静电保护元件上，上述静电保护元件的上述第一和第二电极中的至少一方分割成通过上述微型凸柱和上述发光元件的上述 p 电极或者 n 电极连接的区域、和用引线与外部部件连接的连接焊盘区域。

上述发光元件和上述静电保护元件也可以由粘接剂进行机械连接，上述静电保护元件的上述第一和第二电极中的整体在某一方向上分割多个矩形部分所构成。

上述发光元件和上述静电保护元件也可以由粘接剂进行机械连接，上述静电保护元件的上述第一和第二电极中存在上述粘接剂的区域的周围形成有环绕的槽沟或者凸部。

上述发光元件也可以搭载在上述静电保护元件上，上述静电保护元件的上述第一电极和第二电极中任一个，和上述发光装置的发光区域从平面上看在同一区域内形成，构成为让其将从发光区域发出的光向上方发

射。

上述二极管也可以是具有上述第一极部和第二极部在半导体区域内的一面附近形成的 p 型半导体区域和 n 型半导体区域的横向型二极管。

上述静电保护元件也可以由上述发光元件上通过层间绝缘膜形成的半导体薄膜所构成。

上述静电保护元件和上述发光元件也可以共同在上述绝缘基板上形成。

上述静电保护元件也可以由在上述绝缘基板上形成的半导体薄膜所构成。

上述发光元件的上述绝缘基板和上述静电保护元件也可以设置在共同的母基板上。

上述静电保护元件也可以由在上述母基板上形成的半导体薄膜所构成。

上述发光元件也可以是用于液晶器件的背光的发光元件。

上述发光元件和上述静电保护元件可收容在共同的外壳内。

进一步包括设置至少可在上述发光元件的周围，为反射从上述发光元件发射的光的反射体。

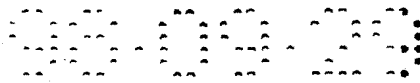
上述反射体也可以构成为其上端至少要比上述发光元件的发光区域要高。

上述反射体构以由金属铅构成，上述静电保护元件可搭载在上述金属铅上。

本发明的另一发光装置包含有，具有绝缘基板和在该绝缘基板上形成的 GaN 系半导体层的 GaN 系化合物发光元件，和从静电中保护上述 GaN 系化合物发光元件的静电保护元件。

优选上述静电保护元件由具有 p 电极和 n 电极的二极管元件所构成，上述二极管元件的 p 电极和上述 GaN 系发光元件的 n 电极进行电连接，上述二极管元件的 n 电极和上述 GaN 系发光元件的 p 电极进行电连接。

以上述二极管元件的 p 电极和上述 GaN 系发光元件的 n 电极之间，以及上述二极管元件的 n 电极和上述 GaN 系发光元件的 p 电极之间都通过微



型凸柱进行连接，可将电子器件和光器件构成复合器件。

上述 GaN 系发光元件和上述静电保护元件也可以收纳在共同的外壳。

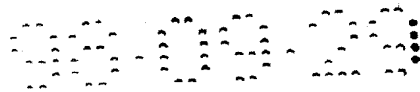
本发明的发光装置的制造方法是具有在透明基板上形成半导体积层膜并且在上述半导体积层膜的表面上形成 p 侧电极和 n 侧电极的半导体发光元件、至少有二个独立的电极的附装元件、支撑上述附装元件可以向上述附装元件供给电力的基材，让上述附装元件与上述基材电连通搭载在上述基材上，上述半导体发光元件处于倒置状态搭载在上述附装元件上的倒装型半导体发光装置的制造方法。这种方法包含在上述半导体元件和上述附装元件的任一方的元件具有的电极上形成微型凸柱的工艺，和通过上述的微型凸柱，将上述半导体元件的 p 侧电极和 n 侧电极连接到上述附装元件的上述电极上的芯片连接工艺。

上述芯片连接工艺也可以包含：对于包含上述附装元件的多个附装元件成行列状形成的基片，接近芯片状的上述半导体发光元件的工艺，和通过上述微型凸柱将上述半导体发光元件的上述 p 侧电极和 n 侧电极连接到包含在上述基片上的上述附装元件的上述电极上的工艺；进一步包含，在上述芯片连接后，将上述基片分离成芯片，从上述基片多个形成成整体化的上述半导体发光元件和上述附装元件的工艺。

上述芯片连接工艺也可以包含：一边通过上述微型凸柱和所相对的上述电极接触，一边通过对上述半导体发光元件和上述附装元件中的至少一方施加热、超声波以及重量，将上述微型凸柱焊接到上述电极的工艺。

形成上述微型凸柱的工艺也可以包含，在上述半导体发光元件的 p 侧电极和 n 侧电极上形成柱针的工艺；上述芯片连接工艺也可以包含，对于上述基片内的各附装元件与对应的半导体发光元件进行位置对准的工艺，和通过将上述微型凸柱焊接到上述基片内的各附装元件的上述电极上，将上述半导体发光元件固定在上述附装元件上，同时通过上述微型凸柱与所对的电极进行相互电连接的工艺；也可以进一步包含，成一体化的上述半导体发光元件和上述附装元件从基片分离出后，配置在上述基材的安装部上，将上述附装元件固定在上述基材上的工艺。

形成上述微型凸柱的工艺也可以包含：在上述半导体发光元件的 p



侧电极和 n 侧电极上形成柱针的工艺；上述芯片连接工艺也可以包含，将上述附装元件配置在上述基材的安装部上，将上述附装元件固定在上述基材的安装部上以后，通过将上述微型凸柱焊接到上述附装元件的上述电极上，将上述半导体发光元件固定在上述附装元件上，同时通过上述微型凸柱与所对的电极进行相互电连接的工艺。

也可以用电镀法形成上述微型凸柱。

形成上述微型凸柱的工艺也可以包含，在包含在上述基片内的各附装元件的电极上形成柱针的工艺；上述芯片连接工艺也可以包含，对于上述基片内的各附装元件与对应的半导体发光元件进行位置对准的工艺；和通过将上述微型凸柱焊接到上述半导体发光元件的电极上，将上述半导体发光元件固定在上述附装元件上，同时通过上述微型凸柱与所对的电极进行相互电连接的工艺。

形成上述微型凸柱的工艺包含，在上述附装元件的电极上形成柱针的工艺；上述芯片连接工艺包含，将上述附装元件配置在上述基材的安装部上，将上述附装元件固定在上述基材上以后，通过将上述微型凸柱焊接到上述半导体发光元件的电极上，将上述半导体发光元件固定在上述附装元件上，同时通过上述微型凸柱与所对向的电极进行相互电连接的工艺。

也可以用电镀法形成上述微型凸柱。

也可以进一步包含在上述芯片连接以后，用探针接触上述附装元件，利用配置在上述半导体发光元件的上方的光特性检测用的检测器，从上述透明基板的上面检测从上述半导体发光元件发出的光的光特性检测工艺。

上述芯片连接工艺也可以包含，对于包含上述附装元件的多个附装元件成行列状形成的基片，接近芯片状的上述半导体发光元件的工艺，和通过上述微型凸柱将上述半导体发光元件的 p 侧电极和 n 侧电极连接到包含在上述基片上的上述附装元件的上述电极上的工艺。

上述光特性检测工艺可在上述芯片连接以后，对上述基片内的上述半导体发光元件进行。

以下对附图作简要说明。

图 1 为表示有关本发明实施例 1 的氮化镓系化合物半导体发光元件



的电极配置俯视图。

图 2 为表示有关实施例 1 的氮化镓系化合物半导体发光元件的沿图 1 中 A-A 线的剖视图。

图 3 为表示用微型凸柱连接法将有关实施例 1 的氮化镓系化合物半导体发光元件安装在引线框架上所获得的 LED 装置的剖视图。

图 4A 为表示产品化的现有的 LED 元件的俯视图；图 4B 为沿其 B-B 线的剖视图；图 4C 为沿 C-C 线的剖视图。

图 5 为表示产品化的现有的 LED 灯的构成的剖视图。

图 6A 为表示有关实施例 2 的 GaN · LED 元件的结构的俯视图; 图 6B 为沿其 D-D 线的剖视图。

图 7A 为表示有关实施例 3 的 GaN · LED 元件的结构俯视图; 图 7B 为沿其 E-E 线的剖视图。

图 8A 为表示有关实施例 4 的 GaN · LED 元件的结构的俯视图；图 8B 为沿其 F-F 线的剖视图。

图 9A 为表示有关实施例 5 的 GaN · LED 元件的结构俯视图；图 9B 为沿其 G-G 线的剖视图。

图 10 为表示有关实施例 6 的 GaN · LED 元件的结构俯视图。

图 11A 为表示有关实施例 7 的 GaN · LED 元件的结构俯视图；图 11B 为沿其 H-H 线的剖视图。

图 12A 为表示有关实施例 8 的 GaN · LED 元件的结构俯视图; 图 12B 为沿其 I-I 线的剖视图。

图 13 为表示有关实施例 9 的 GaN 系 LED 灯的剖视图。

图 14 为表示有关实施例 9 的 LED 灯的保护电路的电路图。

图 15A 为表示有关实施例 9 的 GaN · LED 元件的构造的俯视图；图 15B 为沿其 J-J 线的剖视图。

图 16A 为表示有关实施例 9 的 Si 二极管元件的结构的俯视图; 图 16B 为沿其 K-K 线的剖视图。

图 17 为表示有关实施例 10 的 GaN · LED 元件以及二极管元件的结构
的俯视图。



图 18 为表示有关实施例 11 的 GaN · LED 元件以及二极管元件的结构
的俯视图。

图 19 为表示有关实施例 12 的 GaN · LED 元件以及二极管元件的结构
的俯视图。

图 20 为表示依据本发明的半导体发光装置的另一实施例的剖视图。

图 21 为表示有关实施例 13 的制造方法的流程图。

图 22 为表示有关实施例 14 的制造方法的流程图。

图 23 为表示有关实施例 15 的制造方法的流程图。

图 24 为表示有关实施例 16 的制造方法的流程图。

图 25 为表示有关实施例 19 的制造方法的流程图。

图 26 为表示有关实施例 20 的制造方法的流程图。

图 27 为表示在芯片连接工艺中，基板、LED 元件、以及运送 LED 元
件的夹具之间关系的模型剖视图。

图 28 为表示在形成柱针的工艺中，基板和毛细管 102 之间的关系的
模型剖视图。

图 29 为表示在芯片连接工艺中，相对于支架部上的 Si 二极管元件
LED 元件的配置状态的剖视图。

图 30 为表示在形成柱针的工艺中，基板 30 和毛细管 102 之间的关系的
模型剖视图。

图 31A 为表示在实施例 13 中使用的 LED 元件的俯视图；图 31B 为沿
其 L-L 线的剖视图。

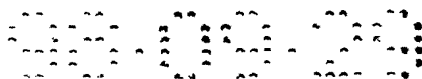
图 32A 为表示用电镀法形成微型凸柱的 LED 元件的俯视图；图 32B
为沿其 M-M 线的剖视图。

图 33A 为表示形成柱针的 Si 二极管元件的俯视图；图 33B 为沿其 N-N
线的剖视图。

图 34 为表示有关实施例 21 的制造方法的流程图。

图 35 为表示在光特性检查工艺中，基板、探针与光检测器之间的关
系的模型剖视图。

发光元件



依据本发明的发光元件具有在第一电极上形成的一微型凸柱和在第二电极上形成的至少一个微型凸柱。在第一电极上微型凸柱的数量只有一个的理由是为了使第一电极所占的面积为最小限度地缩小，而使发光元件的发光面积能最大限度地增大。在第一电极上可形成直径 $30 - 40\mu\text{m}$ 程度的圆柱形或者蘑菇形的微型凸柱（以下这样的微型凸柱称为“点状微型凸柱”）。

在本发明中，在第二电极上微型凸柱的数量多于一个。这是因为通过在第一电极上设置的点状微型凸柱和在第二电极上设置的微型凸柱安定支撑 GaN · LED 元件等半导体发光元件的芯片，使该芯片不至于倾斜。为了达到这一目的，当在第二电极上形成点状微型凸柱时，其微型凸柱的数量以二个以上为好。当点状微型凸柱连续的连成线状形成微型凸柱（以下这样的微型凸柱称为“线状微型凸柱”）时，或者点状微型凸柱连续的连成面状形成微型凸柱（以下这样的微型凸柱称为“面状微型凸柱”）时，其微型凸柱的数量只有一个也是足够的。

微型凸柱的横方向的最大尺寸以在 $5 - 300\mu\text{m}$ 的范围内为好，高度以在 $5 - 50\mu\text{m}$ 的范围内为好。横方向的最大尺寸在 $5\mu\text{m}$ 以上为好主要是当用电镀形成微型凸柱时依据形成的容易程度所确定。微型凸柱的横向的最大尺寸以在 $300\mu\text{m}$ 以下为好。

点状微型凸柱以具有直径为 $30 - 40\mu\text{m}$ 的圆形或包含在该圆内的多角形为好。线状微型凸柱以其宽度为 $20 - 30\mu\text{m}$ ，长度为 $150 - 200\mu\text{m}$ 的尺寸为好。

微型凸柱的高度以大于 $5\mu\text{m}$ 为好，这是因为在将半导体发光元件的芯片通过微型凸柱装在引线框架上时，采用的是由重量、热和超声波焊接的连接方法。如果微型凸柱的高度小于 $5\mu\text{m}$ ，芯片和引线框架将和凸柱以外的部分接触，有可能会引起不良的短路。微型凸柱的高度以小于 $50\mu\text{m}$ 为好。这是因为，这种程度的高度，可以用电镀法容易形成微型凸柱。微型凸柱的高度以在 $20 - 30\mu\text{m}$ 的范围内为更好。

在组装工艺中，形成半导体发光元件的基板分割成芯片状，当将芯片装载到引线框架内时，微型凸柱朝下放置的芯片，当为点状微型凸柱时，

由于在第一电极上形成一个，在第二电极上形成至少二个，芯片将至少由三点支撑因而不会倾斜。这时，三个微型凸柱在芯片内以配置在尽可能大的二等边三角形的三个顶点上为好。

还有，在第一电极上形成一个点状微型凸柱，在第二电极上形成线状微型凸柱或者面状微型凸柱时，由于将第二电极上的微型凸柱作成线状微型凸柱或者面状微型凸柱芯片由三个以上的点支撑因而不会倾斜。因此，组装时可以消除芯片识别错误或者机械手装入错误。

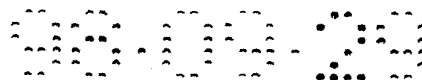
此外在第二电极上形成的微型凸柱可以是多个点状、或者线状、或者各式各样的面状微型凸柱，但在第一电极上形成的微型凸柱以形成只有1个点状微型凸柱为好。这样可以尽可能减少第一电极的面积，而尽可能增大发光面积。

依据本发明的发光元件，当芯片通过微型凸柱装在引线框架上时，即使采用由重量、热和超声波焊接 Au 微型凸柱的连接方法，芯片和引线框架也不会和凸柱以外的部分接触，不会引起不良的短路。

在形成微型凸柱的第一电极和/或者第二电极的下面，在第一和/或者第二导电型半导体区域以敷上紧密性良好的金属为好。这样，半导体发光元件的芯片通过微型凸柱连接到引线框架上时，即使在由重量、热以及超声波焊接 Au 微型凸柱的结合工艺中，也不会产生由超声波作用而剥离电极的问题。第一以及第二导电型半导体区域为 n 型 GaN 以及 p 型 GaN 时，Ti 为紧密性良好的金属，并且，Ti 也是 n 型 GaN 的良好的电阻接触型电极，很适合。

在第一电极以及第二电极上，在形成微型凸柱区域以外的区域中，也可以形成探针可以接触到的区域（探针区域）。这样，在进行发光元件的特性检测的探针检测工艺中，探针不会接触到微型凸柱，不会损坏微型凸柱。上述探针区域，虽然至少需要 $50\mu\text{m}\times 50\mu\text{m}$ 的面积，但在第二电极上很容易确保上述探针区域。然而，在第一电极上，应尽量减少该面积。

第一电极的探针区域也可以跨越切割带的一部分形成。这样，第一电极可以做成能形成一个直径为 $30\text{—}40\mu\text{m}$ 程度的圆柱形或者蘑菇型微型凸柱的大小程度，使得发光面积尽可能增大。这时，设计成在切割线上露出



n 型 GaN 层。还有，虽然也可以分离第一电极，将形成微型凸柱的区域和探针区域隔开，但最好是两区域相邻合在一起不分离第一电极。这样可以正确进行特性检测。

第二电极上也可以形成为取出发光元件发出的光的开口部。这样，从开口部出来的光可以送到位于上方的检测器，进行光的强度和波长的测定。在第二电极上形成的开口部以直径为 $20\mu\text{m}$ 以下的圆或者可以包含在该圆内的多角形为好。这是因为当开口部过大时，第二导电型半导体区域（p 型 GaN）薄，不能充分向活性层进行电流注入，不仅不能充分取出光，而且成为亮度下降的主要原因。而开口部太小虽然也不能充分取出光，但可以采用网格状的多个开口部。

在形成在第二电极的开口部上，第二导电型半导体区域上也可以形成电阻接触型导电性透明电极。这样，可以向上述 InGaN 活性层里注入电流并取出光。

另外，变更探针的检测器的位置，如果可以将其设置在圆片的下方，当然就不需要开口部了。

还有，基板可以采用对于发光元件发出的光而言是透明体的材料构成。这样，就可以在基板一侧取出元件内发出的光，可以取出倒装片式构造的效率良好的光。当发光元件由 GaN 系化合物半导体构成时，基板以由蓝宝石构成为好。这样，由于 GaN 结晶和蓝宝石结晶在结晶学意义上的整合性良好，并且蓝宝石基板为透光绝缘性基板，因此很适合用于倒装片式构造中，可以得到兰色光等发光特性的良好的倒装片式构造发光元件。还有，关于光的取出效率，由于 GaN 的折射率为 2.1，蓝宝石的折射率为 1.77，环氧树脂的折射率为 1.5，所以蓝宝石基板具有 GaN 和环氧树脂中间的折射率，是可以效率良好地取出光的很适合的基板。

下面参照附图，说明依据本发明的发光元件的实施例。

实施例 1

图 1 和图 2 分别表示本实施例的 GaN · LED 元件 1 的俯视图以及 A-A 线的剖视图。如图 1 和图 2 所示，GaN · LED 元件 1 是在蓝宝石基板 30 上面依次积层有 GaN 缓冲层 31、n 型 GaN 层 32、InGaN 活性层 33、p

型 AlGaIn 层 34 以及 p 型 GaN 层 35, 具有双重异构的结构。n 型 GaN 层 32 的上面形成由仅占上面很少部分的下段部和占上面剩下的大部分的上段部组成的阶梯状, 在下段部的 n 型 GaN 层 32 的上面形成有在 Ti 和 Au 的积层膜的上面重叠了 Ni 和 Au 的积层膜所组成的 n 电极 6。在上段部的 n 型 GaN 层 32 的上面依次积层有上述的 InGaIn 活性层 33、p 型 AlGaIn 层 34 以及 p 型 GaN 层 35。然后, 在 p 型 GaN 层 35 的上面不设电流扩散用的透明电极, 而直接设置由 Ni 和 Au 组成的 p 电极 5。本实施例中 GaN · LED 元件 1 的平面尺寸是边长为 0.28mm 程度的正方形。然后, 在 n 电极 6 和 p 电极 5 的上面分别形成有由 Au 或者 Au 合金制成的微型凸柱 22 和 23。

图 3 为表示采用微型凸柱焊接法将 GaN · LED 元件 1 安装在引线框架上所形成的 LED 装置的概略剖视图。在引线框架 13a、13b 的前端, 设置有相互绝缘分离的两个冲模垫 17a、17b, 微型凸柱 23、22 分别保持接触在各冲模垫 17a、17b 上的状态下, GaN · LED 元件 1 搭载在冲模垫 17a、17b 上。GaN · LED 元件 1 和冲模垫 17a、17b 用紫外线固化性绝缘树脂 16 固定。

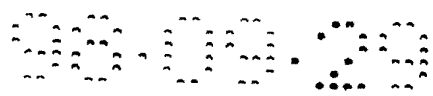
还有, 从发光区域发出的光由引线框架 13a 向上方反射, 通过蓝宝石基板 30 从上方取出。还有, 为了将从 GaN · LED 元件 1 的侧面漏出的光向上方反射, 在引线框架 13a、13b 的侧端上设置有反射板 15a、15b。

下面, 说明有关本实施例的 LED 装置的制造方法。

首先说明 LED 元件的制作方法。

如上所述, 在蓝宝石基板 30 上面依次积层有 GaN 缓冲层 31、n 型 GaN 层 32、InGaIn 活性层 33、p 型 AlGaIn 层 34 以及 p 型 GaN 层 35, 形成具有双重异构结构的基片。然后在该基片的 p 型 GaN 层 35 的表面上, 有选择地将想要除去的区域开口形成 SiO₂ 电阻掩膜, 用该 SiO₂ 电阻掩膜进行干蚀刻, 将 p 型 GaN 层 35、p 型 AlGaIn 层 34、InGaIn 活性层 33 的各一部分沿纵方向有选择地除去, 进一步, 将 n 型 GaN 层 32 的一部分从表面稍微向下掘入, 使整体成阶梯形状。

其次, 说明在 GaN · LED 元件 1 上形成 p 电极 5、n 电极 6 以及微型凸柱 22、23 的顺序的一个例子。



为了在 n 型 GaN 层 32 的上面形成 n 电极 6, 采用祛除法或者蚀刻法, 在依次积层了厚度约为 $0.2\mu\text{m}$ 的 Ti 膜和厚度约为 $0.5\mu\text{m}$ 的 Au 膜之后, 将该积层膜摹制成直径为 $50\mu\text{m}$ 左右的圆形形状。进一步, 在基片的整个面上, 形成厚度约为 $0.2\mu\text{m}$ 的 Ni 膜, 再在这之上蒸发形成厚度约为 $1\mu\text{m}$ 的 Au 膜。此后, 进行光蚀工艺, 在 Ni 膜和 Au 膜的积层膜上将要形成微型凸柱的区域开口形成电阻掩膜。然后, 在该电阻掩膜的开口区域进行 Au 或者 Au 合金的选择性电镀, 在 n 电极 6 和 p 电极 5 所在位置的区域内, 分别形成直径约为 $30\mu\text{m}$ 、高度约为 $20\mu\text{m}$ 的蘑菇形状的微型凸柱 22、23。这之后, 留下 p 型 GaN 层 35 所在位置的几乎整个区域和 n 电极内所在位置的区域, 将附在这之外部分的 Ni 膜和 Au 膜用蚀刻有选择地除去。

下面, 说明 GaN · LED 元件 1 搭载在引线框架 13a、13b 上的顺序。

将形成微型凸柱 22、23 的面向下, 蓝宝石基板 30 向上, 让 GaN · LED 元件 1 处于倒装状态, 与引线框架 13a、13b 的冲模垫 17a、17b 相对, 并让 p 电极 5 上的微型凸柱 22 和冲模垫 17a, n 电极 6 上的微型凸柱 22 和冲模垫 17b 分别对好位置。然后, 用紫外线固化性绝缘树脂 16 涂在冲模垫 17a、17b 或 GaN · LED 元件 1 上, 一边压住 GaN · LED 元件 1 一边用紫外线照射使紫外线固化性绝缘树脂 16 固化。还有, 也可以在搭载 GaN · LED 元件 1 以后才将冲模垫 17a、17b 切开。

依据本实施例, 在内藏 GaN · LED 元件 1 的 LED 装置中, 在一面上形成 p 电极 5 和 n 电极 6, 在该 n 电极 6 和 p 电极 5 上形成微型凸柱 22、23, 通过该微型凸柱 22、23 将 GaN · LED 元件 1 连接到引线框架等部件上, 这样的构造可以获得以下的效果。

首先, 微型凸柱通常可以简单地缩小到直径为 $10\mu\text{m}$ 左右, 由于不需要现有的元件所要求的连接焊盘, 所以可以缩小电极的构造, 从而使发光元件 (本实施例中的 GaN · LED 元件 1) 的尺寸小型化成为可能。而且, 由于小型化, 可以减少象蓝宝石基板 30 和化合物半导体基板那样高价材料的使用量, 从而可以降低成本。还有, 由于 n 电极 6 可以缩小, GaN · LED 元件 1 内部的发光区域, 即 pn 结合区域增大, 与现有的相同尺寸的元件相比, 可以提高亮度。而且, 光取出面, 如图 3 中箭头所示方向, 是在与

各电极 5、6 所形成的面相反侧的蓝宝石基板 30 一侧，由于没有妨碍光取出的电极等部件，所以也提高了光取出的效率。

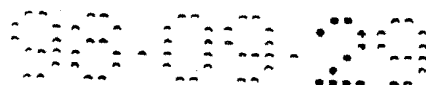
下面，说明本实施例的特征部分的微型凸柱的所希望的形状。微型凸柱 22、23 的直径，如前所述，以在 $5-300\mu\text{m}$ 为好，而以在 $5-100\mu\text{m}$ 的范围内为较好。当微型凸柱 22、23 的直径超过 $100\mu\text{m}$ 时，其所占面积增大，与引线焊接相比并没有太多的优点。微型凸柱的直径以在 $10-30\mu\text{m}$ 的范围内为更好。另一方面，微型凸柱 22、23 的高度，对于圆柱形而言以在 $30\mu\text{m}$ 以下为好，对于蘑菇形而言以在 $50\mu\text{m}$ 以下为好。对于圆柱形，如果想用选择性电镀形成，有光蚀刻工艺所形成的电阻膜的厚度需要增厚，要形成有 $30\mu\text{m}$ 以上厚度的电阻膜比较困难。还有，对于蘑菇形状，当超过 $50\mu\text{m}$ 的高度进行电镀，蘑菇伞部分的横方向的直径将增大到 $100\mu\text{m}$ 左右，与引线焊接相比并没有太多的优点。

n 电极 6 的大小，希望是只比可以形成微型凸柱 22 的尺寸，即微型凸柱 22 圆柱的直径要稍微大一点的圆。例如微型凸柱的直径为 $30\mu\text{m}$ 左右时，则其直径为 $50\mu\text{m}$ 的圆时适合于 LED 装置的小型化。还有，微型凸柱的横剖面的形状，并不限于上述实施例中所所述的圆形，很显然也可以采用椭圆形或者接近正方形的形状。这时，横向的最大尺寸只要在上述直径的尺寸范围内即可。

还有，由于光取出面是在蓝宝石基板 30 一侧，p 电极 5 上不需要象现有的 GaN · LED 元件那样形成透明电极，也可以在 p 型 GaN 层 35 的整个面上设置厚膜的 p 电极。

用上述方法制作的 LED 元件的大小，例如是其边长为 0.28mm 的正方形，而不参与发光的 n 电极周围的面积只占元件表面的十五分之一。现有的元件的大小，是其边长为 0.34mm 的正方形，而不参与发光的面积要占元件表面的二分之一。即在该实施例中，尽管元件尺寸缩小到 0.68 倍，但发光面积却增加到 1.26 倍。

还有，在上述实施例的制造方法中，由于是在 n 电极专用的金属 (Ti 和 Au) 上再积层 p 电极专用的金属 (Ni 和 Au)，在该 p 电极专用的金属上进行构成微型凸柱的金属的选择性电镀，所以选择性电镀的条件可以保持



均匀。其结果，p 电极 5 只是由 p 电极专用的金属所构成，另一方面 n 电极 6 是在 n 电极专用的金属上重叠了 p 电极专用的金属，所以可以缓解 p 型 GaN 层 35 和 n 型 GaN 层 32 之间的段阶差，使得两处的微型凸柱 22、23 的尖端基本上是处于相同的高度。但是，本发明的发光元件的制造方法，并不限定于这样的实施例，p 电极和 n 电极也可以分别只由专用的金属构成，在其上形成微型凸柱。还有，堆积构成微型凸柱的金属时，并不限定于选择性电镀法，也可以在用蒸镀等堆积出金属膜后，用去除法除去电阻掩膜和其周围的金属膜，仅留下微型凸柱。

还有，在上述实施例中，虽然 GaN · LED 元件是搭载在引线框架上，但本发明并不限定于这样的实施例。例如，GaN · LED 元件也可以倒装连接到能动元件或者被动元件或者母基板之上，相反，也可以在 GaN · LED 元件之上将其它能动元件或者被动元件等倒装连接。

还有，有关本发明发光元件，并不限定于 GaN · LED 元件，也可以是其它发光元件。但是，由于 GaN · LED 元件是在透明的绝缘的蓝宝石基板上形成，在 p 电极和 n 电极的那一面形成，所以适用本发明可以发挥更显著的效果。

进一步，有关本发明发光元件的基板并不一定要求是透明体。采用不透明的基板时，光从与基板相反的一侧取出即可。但是，采用透明体构成时，光可以从 p 电极和 n 电极相反的一侧取出，如上所述，可以提高光取出的效率。

在检测上述 GaN · LED 元件的特性的探针检测工艺、或者分割芯片组装到引线框架等中的组装工艺中，可能会产生如下的问题。

第一、在组装工艺中，将形成 GaN · LED 元件的基片分割成一个 GaN · LED 元件单位的芯片，将各芯片装载到引线框架等中时，将微型凸柱放置到下面，膜片连接器等的机械手可以识别取出该芯片。这时，由两根微型凸柱支撑芯片，芯片容易倾斜，因而在识别或者用机械手取出时担心产生问题。还有，通过微型凸柱将芯片连接到引线框架等中时，采用由重量、热和超声波焊接 Au 微型凸柱的连接方法时，当微型凸柱的高度较低时，芯片和引线框架有可能和凸柱以外的部分接触。如果产生这样的接

触，会引起不良短路，产生由超声波剥落电极的问题。

第二、GaN · LED 元件的 n 电极 6，如上所述可以尽可能缩小以扩大发光面积。为此，电极的大小以可以形成一个直径为 $30\mu\text{m}$ 左右的圆柱形或者蘑菇形的微型凸柱的大小为好。这时，n 电极 6 的形状以是直径为 $60\mu\text{m}$ 左右的圆形为好。在进行元件特性检测的探针检测工艺中，探针有可能接触微型凸柱，而产生损坏微型凸柱的问题。

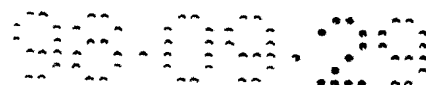
第三、用通常的探针实施探针检测工艺时，将形成 GaN · LED 元件的基片按电极一侧朝上放置到测试台上，用真空夹盘固定。让探针从基片的上方接触电极进行特性检测，通常测定光的强度和波长的检测器放置在测试台的上方，而 GaN · LED 元件的光取出是从蓝宝石基板一侧进行，因此有可能产生不能充分将光送到位于上方的检测器上。

下面的实施例，涉及在具有微型凸柱的倒装构造的发光元件的检测工艺和组装工艺中不会发生障碍的发光元件。

实施例 2

图 6A 和图 6B 分别表示本实施例的 GaN · LED 元件 1 的俯视图以及 D-D 线的剖视图。本实施例的特征在于在 GaN · LED 元件 1 的 n 电极 6 上形成一个点状微型凸柱，和在 p 电极 5 上形成二个点状微型凸柱。

下面详细说明该构造，如图 6A 和图 6B 所示，GaN · LED 元件 1 是在蓝宝石基板 30 上面依次积层有 GaN 缓冲层 31、n 型 GaN 层 32、InGaN 活性层 33、p 型 AlGaIn 层 34 以及 p 型 GaN 层 35，具有双重异构的结构。n 型 GaN 层 32 的上面形成有由仅占极少部分的下段部和占剩下的大部分的上段部组成的阶梯状，在下段部的 n 型 GaN 层 32 的上面形成有在 Ti 和 Au 的积层膜的上面重叠了 Ni 和 Au 的积层膜所组成的 n 电极 6。在上段部的 n 型 GaN 层 32 的上面依次积层有上述的 InGaIn 活性层 33、p 型 AlGaIn 层 34 以及 p 型 GaN 层 35。然后，在 p 型 GaN 层 35 的上面不设透明电极，而直接设置由 Mg 和 Au 组成的 p 电极 5。此后，在 n 电极 6 的上面形成有一个由 Au 或者 Au 合金构成的点状微型凸柱 24，还有，在 p 电极 5 的上面形成有 2 个由 Au 或者 Au 合金构成的点状微型凸柱 25。然后，在元件表面除微型凸柱以外均被保护膜 39 所覆盖。



在此, 上述三个点状微型凸柱的尺寸是其直径为 $40\mu\text{m}$ 、高度为 $20\mu\text{m}$ 的蘑菇形或者圆形, 在芯片内配置在最大可取的二等边三角形的三个顶点的位置上。

这样, 由于 GaN · LED 元件 1 的芯片由三个微型凸柱支撑, 即使微型凸柱朝下放置也不会倾斜, 在膜片连接时不会出现芯片的识别错误或者手臂的取出错误。

还有, 将微型凸柱的高度设置成 $20\mu\text{m}$, 在通过重量、热和超声波焊接微型凸柱将上述 GaN · LED 元件 1 的芯片连接到引线框架等中的工艺中, 通过设定适当的连接条件, 就不会发生上述芯片和引线框架与凸柱以外的部分接触而导致的不良短路, 并可充分保持连接强度。

还有, n 电极的 Ti 及 p 电极的 Mg 是对 GaN 具有强附着力的电极材料, 不会发生超声波的剥落。

实施例 3

图 7A 和图 7B 分别表示本实施例的 GaN · LED 元件 1 的俯视图以及 E-E 线的剖视图。本实施例的特征在于在 GaN · LED 元件 1 的 n 电极 6 上形成一个点状微型凸柱 24, 和在 p 电极 5 上形成一个线状微型凸柱 25a, 而其它与实施例 2 相同。

p 电极 5 上的线状微型凸柱 25a 的尺寸是其宽度为 $20\mu\text{m}$ 、长度为 $180\mu\text{m}$ 、高度为 $20\mu\text{m}$, 在上述的 E-E 剖面上呈蘑菇形或者柱形。

这时, 由于 GaN · LED 元件 1 的芯片由微型凸柱支撑, 在膜片连接时不会出现芯片的识别错误或者手臂的取出错误。

实施例 4

图 8A 和图 8B 分别表示本实施例的 GaN · LED 元件 1 的俯视图以及 F-F 线的剖视图。本实施例的特征在于在 GaN · LED 元件 1 的微型凸柱所在的 p 电极下面敷设了和 p 型 GaN 层密接性良好的金属, 而其它与第二实施例相同。

作为 p 电极 5 的材料, 采用 Ni 与 Au 等的积层膜时, 由于 p 型 GaN 层与 Ni 的密接力较弱, 在通过重量、热和超声波焊接微型凸柱将上述 GaN · LED 元件 1 的芯片连接到引线框架等中的工艺中, 超声波会将处在

微型凸柱 25 近旁的 p 电极 5 下面的 p 型 GaN 层与 Ni 的界面剥离。为了防止这种情况发生，当在微型凸柱 25 所在的 p 电极 5 下面的近旁敷设密接性强的 Ti 等金属 73 时，效果显著，连接时不会发生剥离，同时保持充分的连接强度。

在上述实施例中，虽然只列举了通过重量、热和超声波焊接微型凸柱连接芯片和引线框架等的连接方法，但并不限于这种连接方法，例如也适用于螺柱连接（SBB）法、或者采用异方导电片/粘接剂的 SCF 法、或者采用焊柱的工艺方法。

实施例 5

图 9A 和图 9B 分别表示本实施例在二英寸基片上所形成的 GaN · LED 元件群的一部分的俯视图以及 G-G 线的剖视图。本实施例的特征在于在 GaN · LED 元件 1 的 p 电极 5 和 n 电极 6 上设置有探针区域，特别是在 n 电极上设置的探针区域是在切割带上形成。

在图 9A 中，在上述 n 型 GaN 层 32 的下段部的上面，形成有 n 电极 6，该 n 电极 6 的形成跨接了切割带 37 的一部分。还有，在 p 型 GaN 层 35 的上面的几乎整个面上形成有 p 电极 5，在 n 电极 6 和 p 电极 5 上分别形成有由 Au 或者 Au 合金制成的微型凸柱 24 和 25。然后在元件的表面用保护膜 39 覆盖，而在 p 电极 5 上面的 Au 凸柱 25 和接触探针的探针区域 5a 以及 n 电极 6 上面的 Au 凸柱 24 和探针区域 6a 上将保护膜 39 开口。在此，p 电极 5 的探针区域 5a 的尺寸为 $70\mu\text{m} \times 80\mu\text{m}$ ，n 电极 6 的探针区域 6a 的尺寸为 $40\mu\text{m} \times 80\mu\text{m}$ 左右。

这样，将 n 电极 6 上的探针区域 6a 形成在切割带 71 上，就可以不损伤微型凸柱进行探针检测，并且可以尽可能增大 GaN · LED 元件 1 的发光面积。

实施例 6

如图 10 所示，本实施例除与 n 电极 6 分离的形式在切割带上形成探针区域 6b 以外，与实施例 5 相同。探针区域 6b 的尺寸要稍微小一些，但可放入探针。这时，由于探针区域 6b 设置在切割带上，所以可以尽可能增大 GaN · LED 元件 1 的发光面积。但是，探针区域 6b 不与 n 电极 6 分

离则更能正确地进行特性检测。

实施例 7

图 11A 和图 11B 分别表示本实施例的 GaN · LED 元件 1 的俯视图以及 H-H 线的剖视图。本实施例的特征在于在 GaN · LED 元件 1 的 p 电极 5 的中央部位，成行列状设置有多多个开口部 72。一个开口部的尺寸是直径为 $10\mu\text{m}$ 的圆，通过配置成三行五列，可以向检测器供给亮度和波长检测所需的光量。

还有，开口部 72 并不限定于 p 电极 5 的中央部位，只要是在 p 电极内可以形成的部位即可。

实施例 8

图 12A 和图 12B 分别表示本实施例的 GaN · LED 元件 1 的俯视图以及 I-I 线的剖视图。本实施例是将实施例 7 中的开口部 72 的行列部分置换为 p 型 GaN 层上电阻接触型透明电极。这时的透明电极的尺寸为 $50\mu\text{m} \times 100\mu\text{m}$ ，可以向检测器供给充分的光量。当然，尺寸也并不限定于该值。

半导体发光装置

如图 5 所示在绝缘基板上设置半导体层得到的 LED 灯，由于元件材料的物理常数（例如，介电常数 ϵ ）、元件构造等原因，一般防静电能力较弱。例如，如果将该 LED 灯和充入静电的电容器对面放置，让其两者之间产生放电，则正向大约 100V 的静电压，反向大约 30V 的静电压就可将其损坏。该值与由其它块状化合物半导体（GaP、GaAlAs 等）所构成的 LED 元件相比，是非常低的值。为此，如果不采取不让从外部施加静电的保护处理就使用 LED 灯的话，内部的 GaN · LED 元件将很快被损坏。

下面，说明内藏有防止静电等高电压的破坏功能的可靠性高的半导体发光装置。

实施例 9

图 13 为表示本实施例中半导体发光装置（GaN 系 LED 灯）的剖视图。有关本实施例的 GaN 系 LED 灯的特征在于 GaN · LED 元件 1 不直接搭载在引线框架上，而是 GaN · LED 元件 1 将有 p 电极和 n 电极的 Si 二极管元

件 2 夹在中间搭载在引线框架上。

如图 13 所示,在有反射镜的引线框架 13a 的前端的冲模垫上,按主面朝上、下面朝下的方向放置有 Si 二极管元件 2。还有, Si 二极管元件 2 下面的 n 电极 9 和引线框架 13a 的冲模垫接触,并用 Ag 糊浆 14 将其小片接合在冲模垫上。再在 Si 二极管元件 2 的上面设置 p 电极 7、n 电极 8、p 电极的连接焊盘部 10。在 Si 二极管元件 2 的上方,按蓝宝石基板一侧朝上、p 电极 5 和 n 电极 6 朝下的方向放置 GaN · LED 元件 1。然后 GaN · LED 元件 1 的 p 电极 5 和 Si 二极管元件 2 的 n 电极 8 通过 Au 微型凸柱 12, GaN · LED 元件 1 的 n 电极 6 和 Si 二极管元件 2 的 p 电极 7 通过 Au 微型凸柱 11, 分别进行电连接,同时用紫外线固化性绝缘树脂 16 将 GaN · LED 元件 1 和 Si 二极管元件 2 固定。还有, GaN · LED 元件 1 和 Si 二极管元件 2 之间的机械连接,不使用紫外线固化性绝缘树脂 16,也可以通过将微型凸柱 11 和 12 焊接来实现。这样的焊接将在后面说明。Si 二极管元件 2 的 p 电极的连接焊盘部 10 和引线框架 13a 通过 Au 线 17 进行线连接。还有,引线框架 13a 的冲模垫的侧面装有将光朝上方反射的反射体 15。GaN · LED 元件 1 由反射体 15 所环绕。

搭载了上述 GaN · LED 元件 1 和 Si 二极管元件 2 的引线框架 13a、13b 的前端部分整体用透光性的环氧树脂 18 模制封装,构成 LED 灯。还有,由上述 GaN · LED 元件 1 生成的光从蓝宝石基板一侧的上方取出。为此,在 GaN · LED 元件 1 的 p 电极 5 一侧,不需要象现有的 GaN · LED 元件中形成的电流扩散用的透明电极(图 4A、图 4B 和图 4C 中符号 37 所示的部件),仅用厚膜的 p 电极 5 作为电流扩散用的部件,即可。

还有,从 GaN · LED 元件 1 的侧面漏出的光由反射体 15 向上方反射,可以提高光的取出效率。为此,反射体 15 的前端至少应比 GaN · LED 元件 1 的发光区域要高。

图 14 是为了说明本实施例的 LED 灯内藏的保护电路的电路图。

如图 14 所示, Si 二极管元件 2 和 GaN · LED 元件 1 为反极性连接,即相互的 p 电极和 n 电极与对方的反极性的电极进行连接,这是为了不让高电压从引线框架一侧施加到 GaN · LED 元件 1 上。这时, Si 二极管元

件 2 的正向工作电压为 0.9V，向 GaN · LED 元件 1 施加的反向电压到达 0.9V 以后即被削平。还有，由于 Si 二极管元件 2 的反向击穿电压可以设定在 10V 附近，向 GaN · LED 元件 1 施加的正向电压也可以在 10V 附近削平。这样，由于 GaN · LED 元件 1 的正向破坏电压值为 100V 左右，反向破坏电压值为 30V 左右，通过这样的构成，可以确保防止由于静电等高压的施加所引起的 GaN · LED 元件 1 的损坏。

即是说，如果设 GaN · LED 元件 1 的正向破坏电压、反向破坏电压分别为 V_{f1} 、 V_{b1} ，Si 二极管元件 2 的正向工作电压、反向击穿电压分别为 V_{f2} 、 V_{b2} ，GaN · LED 元件 1 的工作电压为 V_F ，只要：

$$V_{f2} < V_{b1}$$

$$V_{b2} < V_{f1}$$

$$V_{b2} > V_F$$

这种关系成立即可。

下面，说明本实施例的 LED 灯各部分的详细构造和概略的制造工艺。

图 15A 和图 15B 为表示本实施例的 GaN · LED 元件 1 的俯视图以及 J-J 线的剖视图。如图所示，GaN · LED 元件 1 是在蓝宝石基板 30 上面依次积层有 GaN 缓冲层 31、n 型 GaN 层 32、InGaN 活性层 33、p 型 AlGaIn 层 34 以及 p 型 GaN 层 35，具有双重异构的结构。n 型 GaN 层 32 的上面形成为由仅占上面很少部分的下段部和占剩余的大部分的上段部组成的阶梯状，在下段部的 n 型 GaN 层 32 的上面形成有由 Ti 和 Au 组成的 n 电极 6。还有，在上段部的 n 型 GaN 层 32 的上面依次积层有上述的 InGaIn 活性层 33、p 型 AlGaIn 层 34 以及 p 型 GaN 层 35。然后在 p 型 GaN 层 35 的上面不设电流扩散用的透明电极，而直接设置 p 电极 5。本实施例中 GaN · LED 元件 1 的平面尺寸是边长约为 0.28mm 的正方形。

图 16A 和图 16B 为表示本实施例的 Si 二极管元件 2 的俯视图以及 K-K 线的剖视图。如图 16A 和图 16B 所示，在该 Si 二极管元件 2 的 n 型硅基板 20 内通过有选择地掺入杂质离子形成 p 型半导体区域 21，并将反向击穿电压设定在 10V 附近。然后，在 p 型半导体区域 21 和 n 型硅基板 20（n 型半导体区域）上形成 Si 二极管元件 2 的 p 电极 7 和 n 电极 8，p 电极 7

的一部分为连接焊盘部 10。还有，在 n 型硅基板 20 的下面上形成为了与引线框架进行电连接的 n 电极 9。本实施例中 Si 二极管元件 2 的平面尺寸约为 $0.32\text{mm} \times 0.45\text{mm}$ 。

下面，说明在 Si 二极管元件 2 上搭载 GaN · LED 元件 1 的顺序。

首先说明，在图 13 所示的 LED 灯中，Si 二极管元件 2 和 GaN · LED 元件 1 的电极间进行电连接的 Au 微型凸柱的形成顺序。在 Si 二极管元件 2 上面的 p、n 电极 7、8 上盖上由光蚀刻工艺模样形成的电阻膜，通过仅对两电极 7、8 进行有选择的电镀，分别形成微型凸柱 11、12。本实施例中的微型凸柱 11、12 为直径 $30\mu\text{m}$ 、高度 $10\mu\text{m}$ 的蘑菇形。

接下来，分别让 Si 二极管元件 2 的 p 电极 7 对着 GaN · LED 元件 1 的 n 电极 6，Si 二极管元件 2 的 n 电极 8 对着 GaN · LED 元件 1 的 p 电极 5，在 Si 二极管元件和 GaN · LED 元件之间放入紫外线固化性绝缘树脂 16，通过一边压住 GaN · LED 元件 1 一边进行紫外线照射，将两元件 1、2 固定，同时进行两元件 1、2 的电极之间电连接。通过实施由以上微型凸柱连接法的倒装连接工艺，形成电子器件和光器件成对的复合元件。

此后，如图 13 所示，在将该复合元件同 Ag 糊浆 14 小片接合到引线框架 13a 上之后，p 电极 7 的连接焊盘部 10 和引线框架 13b 之间用 Au 引线 17 进行线连接工艺。此外，在进行线连接工艺以后，也可以再进行上述的倒装连接工艺。

最后，用透光环氧树脂 18 进行树脂封装工艺，得到如图 13 所示状态的发光装置。

依据本实施例，如上所述，由于 Si 二极管元件 2 和 GaN · LED 元件 1 构成为反极性连接的复合元件，因此在引线框架 13a、13b 之间施加高电压时，向 GaN · LED 元件 1 施加的反向电压在 Si 二极管元件 2 的正向电压附近的电压，向 GaN · LED 元件 1 施加的正向电压在 Si 二极管元件 2 的反向击穿电压附近的电压处分别被削平，可以确保防止由于静电所引起的 GaN · LED 元件 1 的损坏。

还有，在本实施例中，GaN · LED 元件 1，由于是由微型凸柱连接法倒装实装在 Si 二极管元件 2 上，两者形成复合元件，所以两者之间连接

时不需要为了实施引线键合所需的面大的连接焊盘部, 这样可以使复合元件整体小型化, 同时可以缩小不参与发光的 n 电极 6 及其周围的面积。具体说, 对于本实施例, n 电极 6 及其周围的面积仅为 GaN · LED 元件 1 表面积的十五分之一。而相对于图 4A 所示的现有的 GaN · LED 元件 1, 如果其元件的大小是边长为 0.34mm 的正方形, 则不参与发光的 n 电极 36 及其周围的面积要占元件表面积的二分之一。即本实施例的 GaN · LED 元件 1, 和图 4A 以及图 4B 所示的 GaN · LED 元件 1 相比, 尽管元件尺寸缩小到 0.68 倍, 但发光面积却增加到 1.26 倍。因此, 通过实施由微型凸柱连接法的倒装连接工艺, 由于减少了高价的化合物半导体基板的面积而可以减低成本, 同时可以增大发光能力。

还有, 在本实施例中, 可以从透明的蓝宝石基板一侧取光, 可以获得提高发光的取出效率的优点。

还有, 在本实施例中, 虽然 p 电极 7 和连接焊盘部 10 是分离的, 但两者也可以整体形成。本实施例具有紫外线固化性绝缘树脂 16 向连接焊盘部 10 的蔓延可以由途中的槽沟容易并且确保阻止的优点。还有, 在先进行线连接工艺后再进行倒装连接工艺时, 形成 p 电极 7 的微型凸柱 11 的部分和连接焊盘部 10 做成整体, 要比本实施例有利。即使是紫外线固化性绝缘树脂 16 蔓延到连接焊盘部 10 也不会产生什么不好, 反而具有可以让连接焊盘部 10 和 p 电极 7 稳定地变为相同电位的优点。

进一步, 在本实施例中, 由于 GaN · LED 元件 1 的 p 电极 5 对着 Si 二极管元件 2 的 n 电极 8, 所以从 p 电极 5 下面的发光层发出的光可以由 n 电极 8 向上方反射, 能提高光的取出效率。

还有, 在以上的说明中, 虽然是微型凸柱 11、12 以在 Si 二极管元件 2 的 p 电极 7 和 n 电极 8 上形成为例进行了说明, 但是, 很显然, 也可以在 GaN · LED 元件 1 的 p 电极 5 和 n 电极 6 上形成。

还有, 以 Si 二极管元件 2 的 n 电极 8 尽量做大后, 对着 GaN · LED 元件 1 的 p 电极 5 为好。这样可以从 GaN · LED 元件 1 侧面漏出的光将向上方反射, 从而更加提高光的取出效率。

还有, 在本实施例中, 虽然 Si 二极管元件 2 的上面一侧的 p 电极和

n 电极在同一方向分割，即分割成相互平行的矩形，但本发明并不限于这样的实施例，从平面看斜向分割，或者曲线分割也都可以。

实施例 10

在上述实施例 9 中是在 Si 二极管元件上搭载 GaN · LED 元件，在本实施例中，在 GaN · LED 元件上设置的薄膜构成的 Si 二极管元件。

图 17 为仅表示有关本实施例的 LED 灯中的器件部分的剖视图。虽然省略了向引线框架上搭载的状态，但和实施例 1 中的图 1 同样的状态向引线框架上搭载，最终进行树脂封装。

如该图所示，在和上述第 9 实施例中具有同样构造的 GaN · LED 元件 1 上形成由硅氧化膜构成的层间绝缘膜 51，再在其上形成硅薄膜，在硅薄膜内形成 p 型半导体区域 52 和 n 型半导体区域 53。该硅薄膜的形成，如果利用液晶器件的 TFT 形成技术可以很容易完成。然后，设置有二极管元件 50 的 p 电极 54 和 n 电极 55，其中，p 电极 54 埋入形成在层间绝缘膜 51 上连接孔中连接到 GaN · LED 元件 1 的 n 电极 6 上，同时连接到二极管元件 50 的 p 型半导体区域 52 上；而 n 电极 55 则埋入形成在层间绝缘膜 51 上连接孔中连接到 GaN · LED 元件 1 的 p 电极 5 上，同时连接到二极管元件 50 的 n 型半导体区域 53 上。然后，二极管元件 50 的 p 电极 54 和 n 电极 55 采用图中未画出的由引线键合连接到引线框架上。还有，这时，由 GaN · LED 元件 1 生成的光通过引线框架反射从上方取出，但由于形成二极管元件 50 的部分可以限定在狭小的范围内，所以可以容易获得所期望的取出效率。

即使在本实施例中，也可以获得和上述实施例 9 那样相同的效果。

实施例 11

下面，说明实施例 11，本实施例的发光装置，具有和实施例 9 相同的 Si 二极管元件，但 GaN · LED 元件并不和 Si 二极管元件面对，搭载到硅基板上。

图 18 为仅表示有关本实施例的 LED 灯中的器件部分的结构的剖视图。虽然省略了向引线框架上搭载的状态，但和实施例 9 中的图 13 同样的状态搭载在引线框架上，最终进行树脂封装。

如该图所示，Si 二极管元件 2 在比上述实施例 9 中的要大面积的 n 型硅基板 20 内形成。即，在 n 型硅基板 20 内选择性地掺入杂质离子形成 p 型半导体区域 21，进一步，在形成层间绝缘膜 57 之后，在层间绝缘膜 57 上形成和 p 型半导体区域 21 相接的 p 电极 58。此外，虽然在图中未画出，在图 18 所示断面以外的部分中形成有和 n 型硅基板 20 即 n 型半导体区域相接的 n 电极。还有，Si 二极管元件 2 的反向击穿电压和正向电压设定为和上述实施例 9 相同的值。

另一方面，在硅基板 20 上放置了和上述实施例 9 基本相同构造的 GaN · LED 元件 1。但是，在本实施例中，GaN · LED 元件 1 的 n 电极 6 形成为可以实施引线键合那样大的面积。然后，将 GaN · LED 元件 1 的 n 电极 6 和 Si 二极管元件 2 的 p 电极 58 用引线 59 连接，并且在图 18 中未画出的部分中，将 GaN · LED 元件 1 的 p 电极 5 和 Si 二极管元件 2 的 n 电极用引线连接。在本实施例中，从 GaN · LED 元件 1 的 p 电极 5 的上方取出光。

此外，Si 二极管元件 2 的各半导体区域和 GaN · LED 元件 1 的各电极之间的连接，也可以通过象上述实施例 10 那样形成多层配线构造完成。

在本实施例中，发光装置整体的紧凑化、提高光的取出率的效果和上述实施例 9 相比要差一些，作为没有使用微型凸柱的方法，但和上述实施例 9 同样可以发挥对静电等的耐压的效果。

实施例 12

下面，说明实施例 12，在本实施例中，是在共同的绝缘基板上形成 GaN · LED 元件和二极管元件。

图 19 为仅表示有关本实施例的 LED 灯中的器件部分结构的剖视图。虽然省略了向引线框架上搭载的状态，但和实施例 9 中的图 13 同样的状态搭载在引线框架上，最终进行树脂封装。

如该图所示，在蓝宝石基板 30 上形成有和上述实施例 9 相同结构的 GaN · LED 元件 1。并且，在蓝宝石基板 30 上，在 GaN · LED 元件 1 的侧面，设置有在硅薄膜内形成 p 型半导体区域 61 和 n 型半导体区域 62 后构成的二极管元件 60。在该蓝宝石基板 30 上硅薄膜的形成，如果利用液

晶器件的 TFT 形成技术可以很容易完成。然后，二极管元件 60 的 p 型半导体区域 61 和 GaN · LED 元件 1 的连接，可以通过象上述实施例 10 那样形成多层配线构造来完成，也可以象上述实施例 11 那样通过引线键合来完成。

在本实施例中，由于蓝宝石基板 30 的熔点高，因而具有再堆积多晶硅膜后用激光再结晶法很容易形成单晶硅薄膜的优点。还有，由于可以容易构成从下方的蓝宝石基板取出光，即使是采用引线键合方式连接 GaN · LED 元件 1 和二极管元件 60 那样的构成，也可以维持高的光取出效率。

上述实施例 9 — 12 的变形例

对于上述实施例可以采用以下的变形例。

在上述实施例 9 中，Si 二极管元件 2 的 n 电极 8 作为和 GaN · LED 元件 1 的 p 电极 5 成面对称的形状，两电极几乎可以全面相对向地构造。这时，从 GaN · LED 元件 1 的 p 电极 5 的下方发射出来的光由 Si 二极管元件 2 的 n 电极 8 向上方反射，可谋求进一步提高光的取出效率。

在上述实施例 12 中，蓝宝石基板作为支撑液晶器件的液晶的透明基板之一，从 GaN · LED 元件 1 发射出来的光从蓝宝石基板一侧取出，也可以作为液晶器件的背光之一。这时，也可以让静电保护元件和 TFT 同步动作。通过这样的构造，特别是可以得到可靠性高的液晶器件的背光用发光装置。此外，在水晶玻璃等玻璃基板上搭载了发光元件和由硅薄膜构成的二极管还可以作为液晶器件的液晶夹持板的一方使用。

在上述各实施例中，作为静电保护元件虽然是形成为横向型 pn 二极管，但本发明并不限于这样的实施例。例如，纵向型 pn 二极管、pin 二极管、肖特基偏置二极管、齐纳二极管、隧道二极管、耿氏二极管等各种二极管也可以用作静电保护元件。还有，利用化合物半导体的耿氏效果的耿氏二极管还可以在发光元件的基板上形成。

还有，作为静电保护元件，也可以设置阈值电压调整为比发光元件的工作电压高并且比正向破坏电压和反向破坏电压小的场效应管。

在上述各实施例中，作为发光元件虽然只说明了具有 GaN · LED 元件

1. The first group of people who are affected by the crisis are the
 2.
 3.
 4.
 5.
 6.
 7.
 8.
 9.
 10.
 11.
 12.
 13.
 14.
 15.
 16.
 17.
 18.
 19.
 20.
 21.
 22.
 23.
 24.
 25.
 26.
 27.
 28.
 29.
 30.
 31.
 32.
 33.
 34.
 35.
 36.
 37.
 38.
 39.
 40.
 41.
 42.
 43.
 44.
 45.
 46.
 47.
 48.
 49.
 50.
 51.
 52.
 53.
 54.
 55.
 56.
 57.
 58.
 59.
 60.
 61.
 62.
 63.
 64.
 65.
 66.
 67.
 68.
 69.
 70.
 71.
 72.
 73.
 74.
 75.
 76.
 77.
 78.
 79.
 80.
 81.
 82.
 83.
 84.
 85.
 86.
 87.
 88.
 89.
 90.
 91.
 92.
 93.
 94.
 95.
 96.
 97.
 98.
 99.
 100.
 101.
 102.
 103.
 104.
 105.
 106.
 107.
 108.
 109.
 110.
 111.
 112.
 113.
 114.
 115.
 116.
 117.
 118.
 119.
 120.
 121.
 122.
 123.
 124.
 125.
 126.
 127.
 128.
 129.
 130.
 131.
 132.
 133.
 134.
 135.
 136.
 137.
 138.
 139.
 140.
 141.
 142.
 143.
 144.
 145.
 146.
 147.
 148.
 149.
 150.
 151.
 152.
 153.
 154.
 155.
 156.
 157.
 158.
 159.
 160.
 161.
 162.
 163.
 164.
 165.
 166.
 167.
 168.
 169.
 170.
 171.
 172.
 173.
 174.
 175.
 176.
 177.
 178.
 179.
 180.
 181.
 182.
 183.
 184.
 185.
 186.
 187.
 188.
 189.
 190.
 191.
 192.
 193.
 194.
 195.
 196.
 197.
 198.
 199.
 200.
 201.
 202.
 203.
 204.
 205.
 206.
 207.
 208.
 209.
 210.
 211.
 212.
 213.
 214.
 215.
 216.
 217.
 218.
 219.
 220.
 221.
 222.
 223.
 224.
 225.
 226.
 227.
 228.
 229.
 230.
 231.
 232.
 233.
 234.
 235.
 236.
 237.
 238.
 239.
 240.
 241.
 242.
 243.
 244.
 245.
 246.
 247.
 248.
 249.
 250.
 251.
 252.
 253.
 254.
 255.
 256.
 257.
 258.
 259.
 260.
 261.
 262.
 263.
 264.
 265.
 266.
 267.
 268.
 269.
 270.
 271.
 272.
 273.
 274.
 275.
 276.
 277.
 278.
 279.
 280.
 281.
 282.
 283.
 284.
 285.
 286.
 287.
 288.
 289.
 290.
 291.
 292.
 293.
 294.
 295.
 296.
 297.
 298.
 299.
 300.
 301.
 302.
 303.
 304.
 305.
 306.
 307.
 308.
 309.
 310.
 311.
 312.
 313.
 314.
 315.
 316.
 317.
 318.
 319.
 320.
 321.
 322.
 323.
 324.
 325.
 326.
 327.
 328.
 329.
 330.
 331.
 332.
 333.
 334.
 335.
 336.
 337.
 338.
 339.
 340.
 341.
 342.
 343.
 344.
 345.
 346.
 347.
 348.
 349.
 350.
 351.
 352.
 353.
 354.
 355.
 356.
 357.
 358.
 359.
 360.
 361.
 362.
 363.
 364.
 365.
 366.
 367.
 368.
 369.
 370.
 371.
 372.
 373.
 374.
 375.
 376.
 377.
 378.
 379.
 380.
 381.
 382.
 383.
 384.
 385.
 386.
 387.
 388.
 389.
 390.
 391.
 392.
 393.
 394.
 395.
 396.
 397.
 398.
 399.
 400.
 401.
 402.
 403.
 404.
 405.
 406.
 407.
 408.
 409.
 410.
 411.
 412.
 413.
 414.
 415.
 416.
 417.
 418.
 419.
 420.
 421.
 422.
 423.
 424.
 425.
 426.
 427.
 428.
 429.
 430.
 431.
 432.
 433.
 434.
 435.
 436.
 437.
 438.
 439.
 440.
 441.
 442.
 443.
 444.
 445.
 446.
 447.
 448.
 449.
 450.
 451.
 452.
 453.
 454.
 455.
 456.
 457.
 458.
 459.
 460.
 461.
 462.
 463.
 464.
 465.
 466.
 467.
 468.
 469.
 470.
 471.
 472.
 473.
 474.
 475.
 476.
 477.
 478.
 479.
 480.
 481.
 482.
 483.
 484.
 485.
 486.
 487.
 488.
 489.
 490.
 491.
 492.
 493.
 494.
 495.
 496.
 497.
 498.
 499.
 500.
 501.
 502.
 503.
 504.
 505.
 506.
 507.
 508.
 509.
 510.
 511.
 512.
 513.
 514.
 515.
 516.
 517.
 518.
 519.
 520.
 521.
 522.
 523.
 524.
 525.
 526.
 527.
 528.
 529.
 530.
 531.
 532.
 533.
 534.
 535.
 536.
 537.
 538.
 539.
 540.
 541.
 542.
 543.
 544.
 545.
 546.
 547.
 548.
 549.
 550.
 551.
 552.
 553.
 554.
 555.
 556.
 557.
 558.
 559.
 560.
 561.
 562.
 563.
 564.
 565.
 566.
 567.
 568.
 569.
 570.
 571.
 572.
 573.
 574.
 575.
 576.
 577.
 578.
 579.
 580.
 581.
 582.
 583.
 584.
 585.
 586.
 587.
 588.
 589.
 590.
 591.
 592.
 593.
 594.
 595.
 596.
 597.
 598.

•

制封装。

在本发明的半导体发光装置的制造方法中，微型凸柱在半导体发光元件的电极上或者在附装元件的电极上形成以后，通过该微型凸柱，将半导体发光元件和附装元件进行电/物理连接。在两元件的电极对向接触时，在两元件之间可以形成相当于微型凸柱那样高的间隙。为此，两元件不会和微型凸柱以外的部分接触，可以消除通电时的不良短路，可以提供一种成品率好的制造方法。但是，通过微型凸柱连接两元件的电极时，根据连接方法，由于微型凸柱多少回有一定程度的损坏，使两元件之间的间隙变窄。为此，在考虑到这一点的情况下将微型凸柱的高度形成得稍高一些为好。优选的微型凸柱的高度为 $20-50\mu\text{m}$ 左右。

微型凸柱的材料大致可以分为焊锡和 Au 类材料。本发明中的微型凸柱的材料可使用焊锡和 Au 类材料中的任一种，但使用 Au 类材料要比焊锡好。这是因为，使用 Au 类材料时，具有 (1) 形成微型凸柱的电极的面积可以缩小，(2) 微型凸柱的形成方法简单，(3) 通过微型凸柱两元件比较容易连接等优点。

Au 类微型凸柱可以用柱针法或者电镀法形成。依据柱针法，首先，在将穿过毛细管的 Au 线的前端变成球状后，将该球状部分按压在电极上，用超声波和热一边将球状熔化一边焊接到电极上。此后，拉住 Au 线，在切断 Au 的主干部后形成微型凸柱。这时，半导体发光元件或者附装元件的电极，由 Au 或者 Al 形成为好。上述电极由 Au 或者 Al 形成时，不需要采用特殊的电极构造，在元件检测工艺后，具有可以只形成良好的元件的优点。

但是，根据柱针法，例如即使是采用直径为 $30\mu\text{m}$ 的 Au 线，电极面积也需要在 $100\mu\text{m}$ 以上。

根据电镀法，在元件形成过程中，需要附加电镀的工艺。下面以用电镀法在半导体发光元件上形成微型凸柱的情况为例，进行较详细的说明。即，半导体发光元件的基板（蓝宝石基片）上堆积半导体积层膜，在此形成 p 型半导体区域和 n 型半导体区域。接着，在 n 型半导体区域的一部分上依次积层 Ti 层和 Au 层形成 n 电极。此后，在基片的整个面上依次

积层 Ni 层和 Au 层后，由光蚀刻工艺，形成一在位于 n 电极一部分上方的区域和位于 p 型半导体区域一部分上方的区域开口的电阻膜，在上述开口部进行 Au 系的电镀，形成高度为 15 — 30 μm 左右的微型凸柱。电阻除去后，在 Ni 和 Au 层中只留下形成微型凸柱的 n 电极和 p 型半导体区域，其余部分用蚀刻除去。这样就完成了形成有微型凸柱的半导体发光元件。

由电镀法在附装元件上形成微型凸柱时，附装元件的电极由 Au 系材料构成时，可以采用和上述工艺相同的工艺形成微型凸柱，如果该电极由 Al 构成时，Al 电极上需要形成屏蔽金属层，这和集成电路元件的 Al 电极上形成微型凸柱的形成方法相同。

采用这样的电镀方法，虽然会有增加元件制造工序数和需要在元件检测方法下工夫等缺点，但也有可以使形成微型凸柱所需的电极面积达到最小的优点。例如，形成直径 30 μm 、高度 20 μm 的微型凸柱所需的电极的直径为 60 μm 左右就足够了。因此，可以缩小元件的尺寸，降低成本。还有，微型凸柱形成的位置精度，由光蚀刻工艺中的位置确定精度所确定，和柱针相比，非常良好。

在附装元件和 LED 元件通过微型凸柱的连接方法中，可以举出各种方法，例如，可以举出以下所示的四种方法。

第一种连接方法：Au-Au 连接法或者 Au-Al 连接法

在该方法中，在电极上形成的微型凸柱，采用热、超声波和重量焊接到对向的电极上。

第二种连接方法：柱针连接（SBB）法

微型凸柱上涂上导电性糊浆后，与对向的电极接触，固化导电性糊浆。然后，填充封装树脂，固化树脂。该方法具有耐外部应力高可靠性的优点。还有，在实际安装时不易产生应力，可以在封装前进行检测。容易修复。

第三种连接方法：ACF 法

采用各向异性导电片/粘接剂连接。具有工序数较少的优点。

第四种连接方法：焊锡连接法

在微型凸柱对面的电极上由焊锡形成托柱，让焊锡回流连接。填充

封装剂，进行固化。具有回流后的连接强度大的优点。

上述第二—第四种连接方法，适用于将排列配置有许多微型凸柱高密度的集成电路元件面安装在电路基板上。但是，这些连接方法，完成连接的节拍较长，生产效率较低。对此，第一种连接方法，由于要用热、超声波和重量将微型凸柱熔化，虽然不适用于高密度配置有凸柱的集成电路元件的安装，但特别适用于象本发明这样，LED元件的电极上以大于 $100\mu\text{m}$ 的间隔存在2—3个微型凸柱的情况。还有，实施该第一种连接方法所需要的时间仅为0.5秒非常短，从生产效率的观点看，是安装LED元件等的极好的方法。如果不需要重视生产效率，也可以采用第二—第四种连接方法。

下面参照附图，详细说明依据本发明的半导体发光装置的制造方法的实施例。

实施例 13

参照图 21 的流程图，说明图 20 装置制造方法的实施例。

首先，实施LED元件制造工序，在第S1步进行LED展开工艺。LED展开工艺，是在基片水平的制造工序的最后阶段中，从基片中分离成单个芯片得到LED元件1的工艺。在本实施例中，图31A和图31B所示的LED元件1作为半导体发光元件使用。该LED元件1，例如按以下所示那样制造。

首先，在蓝宝石基板1a上按GaN缓冲层31、n型GaN层32、InGaN活性层33、p型AlGaIn层34以及p型GaIn层35的顺序从基板侧开始积层。这样在蓝宝石基板1a上形成包含双重异构构造的半导体积层构造。

对上述半导体积层构造的一部分从其表面直达到n型GaIn层32的内部进行蚀刻，得到图31A和图31B所示的那样形状的构造。由该蚀刻，在n型GaIn层32的上面加工成由上段部和下段部组成阶梯状。在n型GaIn层32的上面的上段部上，InGaN活性层33、p型AlGaIn层34以及p型GaIn层35没有被蚀刻照原样保留下来。

在该蚀刻后，在p型GaIn层35的上面形成由Ni和Au组成的p电极5。在n型GaIn层32的上面的下段部上形成由Ti和Au组成的n电极6。

此后，在本实施例中，在 n 电极 6 上形成柱针 11，在 p 电极 5 上形成柱针 12a 和 12b。柱针 11、12a 和 12b 的形成，由前述的柱针法进行。

上述工艺使用基片状的蓝宝石基板 1a，在该蓝宝石基板 1a 上同时形成多个 LED 元件 1。为此，如图中所示那样 LED 元件 1 多个形成在基片状的蓝宝石基板 1a 上。

在本实施例中，在形成柱针以前，检测在基片状的蓝宝石基板 1a 上形成的多个 LED 元件 1。按照该检测，如果发现了不良的 LED 元件 1，则不在该不良的 LED 元件 1 上形成柱针。这样柱针只是在合格元件上形成。让 LED 元件 1 的微型凸柱朝向下方，将蓝宝石基板 1a 面对着薄片，将蓝宝石基板 1a 上的 LED 元件 1 张贴在薄片上。然后，将蓝宝石基板 1a 划线、折断。此后，将薄片沿横向拉伸，在横向分离各 LED 元件 1（LED 展开工艺）。

其次，在图 21 所示的第 S2 步的等级分类工艺，将 LED 元件 1 按照亮度等级和波长等级分类后，实行第 S3 步的芯片连接工艺。具体讲，首先，准备多个 Si 二极管元件 2 排列成行列的基片（硅基片）。对该基片内的各 Si 二极管元件 2 配置 LED 元件 1。图 27 为表示在芯片连接工艺中硅基片 90、LED 元件 1、以及搬运 LED 元件 1 的夹具 100 之间的关系的模型。

较详细地说明该芯片连接工艺，首先，将 LED 元件 1 的形成微型凸柱的面朝向下方，让 LED 元件 1 接近包含 Si 二极管元件 2 的基片 90。然后，LED 元件 1 的微型凸柱对准 Si 二极管元件 2 的电极 7、8（在图 27 中没有画出）的位置，一边让微型凸柱 11、12a、12b 和电极 7、8 接触，一边加入热、超声波和重量。这正是前述的第一种连接方法。这样，通过将微型凸柱焊接到电极 7、8 上，将 LED 元件 1 通过微型凸柱连接到 Si 二极管元件 2 上。根据该连接，LED 元件 1 通过微型凸柱电/物理固定到 Si 二极管元件 2 上（芯片连接工艺）。芯片连接的节拍短，LED 元件的识别、运送、对准位置、连接在 3 秒内就可完成。其位置对准的精度在 15 μ m 以下。通过芯片连接，LED 元件 1 和 Si 二极管元件 2 之间空出 20 μ m 的间隙，几乎不会发生不良短路。

此后，在图 21 所示的第 S4 步的切割工艺，对应的 LED 元件 1 和 Si

二极管元件 2 成整体化状态的基片张贴在薄片上以后, 经过切割将整体化构造从基片分离成芯片。图 28 为表示切割工艺中, 基片 90 和切割刀片 101 之间关系的模型。

在图 21 的第 S5 步的移栽工艺中将整体化构造移栽到托盘中以后, 在第 S6 步的小片连接工艺 (D/B 工艺) 中将整体化构造配置固定到引线框架的安装部 15 上。这时, 让 Si 二极管元件 2 的背面电极 9 通过导电性糊浆 14 对着安装部 15, 这样将 Si 二极管元件 2 的背面电极 9 电/物理连接到安装部 15 上。

在第 S7 步的引线键合工艺 (W/B 工艺) 中, Si 二极管元件 2 的连接焊盘部 10 和另一引线框架 13b 之间用线 17 进行连接。此后, 引线框架的上端部的构成要素用透光树脂 18 模制成型, 得到图 20 的半导体发光装置。

这样, 在本实施例中, 微型凸柱在 LED 元件一侧的电极上用柱针法形成以后, 芯片化后 LED 元件连接到基片状的 Si 二极管元件上。

实施例 14

参照图 22 的流程图, 说明本发明的制造方法的另一实施例。本实施例的特征在于微型凸柱在 LED 元件一侧的电极上用柱针法形成, 和用上述第一种连接方法在引线框架的安装部上进行 LED 元件和 Si 二极管元件的芯片接合。

首先, 在进行了图 22 的第 S11 步的 LED 展开工艺以后, 在图 22 所示的第 S12 步的等级分类工艺中, 将 LED 元件 1 按照亮度等级和波长等级进行分类。

其次, 让包含 Si 二极管元件 2 的基片的背面电极 9 对准薄片, 将基片张贴到薄片上。在第 S13 步中将基片切割后, 在第 S14 步中从基片中分离出芯片, 将薄片沿横向拉伸 (齐纳展开工艺)。

在第 S15 步中, 将 Si 二极管元件 2 配置固定到引线框架的安装部 15 上 (参照图 20)。这时, 让 Si 二极管元件 2 的背面电极 9 通过导电性糊浆 14 对准安装部 15, 这样 Si 二极管元件 2 的背面电极 9 和安装部 15 进行电/物理连接 (齐纳 D/B 工艺)。

在第 S16 步的芯片连接工艺中。对于安装部 15 上的 Si 二极管元件 2

配置 LED 元件 1。详细讲，首先，将 LED 元件 1 的形成微型凸柱的面朝向下方，让 LED 元件 1 接近 Si 二极管元件 2。然后，LED 元件 1 的微型凸柱对准 Si 二极管元件 2 的电极 7、8 的位置，一边让微型凸柱 11、12a、12b 和电极 7、8 接触，一边加入热、超声波和重量。这样，通过将微型凸柱焊接到电极 7、8 上，将 LED 元件 1 通过微型凸柱连接到 Si 二极管元件 2 上。根据该连接，LED 元件 1 通过微型凸柱电/物理固定到 Si 二极管元件 2 上。图 29 为表示这一阶段中 LED 元件 1 和 Si 二极管元件 2。

接下来，在第 S17 步的引线连接工艺（W/B 工艺）中，Si 二极管元件 2 的连接焊盘部 10 和另一引线框架 13b 之间用引线 17 进行连接。这样，得到图 20 的半导体发光装置。

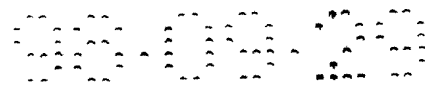
实施例 15

参照图 23 的流程图，说明本发明的制造方法的再一实施例。本实施例的特征在于微型凸柱在基片状态的 Si 二极管元件一侧的电极上用柱针法形成，用上述第一种连接方法进行 LED 元件和基片状态的 Si 二极管元件之间的芯片连接。

首先，在进行了第 S21 步的 LED 展开工艺以后，在第 S22 步的等级分类工艺，将 LED 元件 1 按照亮度等级和波长等级进行分类。

其次，在第 S23 步的柱针形成工艺中，在包含在基片上的 Si 二极管元件 2 的 p 侧电极 7 和 n 侧电极 8 上形成柱针 11、12。图 30 为表示在形成柱针的工艺中，基片 90 和毛细管 102 之间的关系的模型。还有，图 33A 和图 33B 为表示柱针形成后的 Si 二极管元件 2 的俯视图和剖视图。Si 二极管元件 2 是在 n 型硅基板 21 内选择性地掺入杂质离子形成 p 型半导体区域 22，并将其反向击穿电压设定在 10V 附近。在 Si 二极管元件 2 的上侧的 p 型半导体区域 22 和 n 型硅基板（n 型半导体区域）21 上，分别形成由 Al 构成的 p 电极 7 和 n 电极 8。柱针 11 和 12 分别在 p 侧电极 7 和 n 侧电极 8 上形成。p 侧电极 7 的一部分作为连接焊盘部 10 的功能。在 Si 二极管元件 2 的下面形成由 Au 构成的背面电极 9。

接下来，实行图 23 的第 S24 步的芯片连接工艺。具体讲，对于基片内的各 Si 二极管元件 2，配置等级分类后的 LED 元件 1。详细讲，首先，



将 LED 元件 1 的电极形成的面朝向下方，让 LED 元件 1 接近包含 Si 二极管元件 2 的基片 90。然后，LED 元件 1 的电极对准 Si 二极管元件 2 的电极 7、8 的位置，一边让 LED 元件 1 的电极和 Si 二极管元件 2 的微型凸柱 11、12 接触，一边加入热、超声波和重量。这样，通过将微型凸柱焊接到电极上，将 LED 元件 1 通过微型凸柱连接到 Si 二极管元件 2 上。根据该连接，LED 元件 1 通过微型凸柱电/物理固定到 Si 二极管元件 2 上（芯片连接工艺）。

以下，按与实施例 13 说明相同的方法实施从第 S25 步到第 S28 步的工艺。

实施例 16

参照图 24 的流程图，说明本发明的制造方法的又一实施例。本实施例的特征在于微型凸柱在基片状态的 Si 二极管元件一侧的电极上用柱针法形成、用上述第一种连接方法在引线框架的安装部上进行芯片化后的 LED 元件和 Si 二极管元件进行芯片连接。

首先，在进行了第 S31 步的 LED 展开工艺以后，在第 S32 步的等级分类工艺中，将 LED 元件 1 按照亮度等级和波长等级进行分类。

其次，在第 S33 步的柱针形成工艺中，在基片上包含的各 Si 二极管元件 2 的 p 侧电极 7 和 n 侧电极 8 上形成微型凸柱 11、12（参照图 30）。

接下来，让包含 Si 二极管元件 2 的基片的背面电极 9 对准薄片，将基片张贴到薄片上。在第 S34 步中将基片切割后，在第 S35 步中从基片中分离出芯片，将薄片沿横向拉伸（齐纳展开工艺）。

在第 S35 步中，将 Si 二极管元件 2 配置固定到引线框架 13a 的安装部 15 上。这时，让 Si 二极管元件 2 的背面电极 9 通过导电性糊浆 14 对准安装部 15，这样 Si 二极管元件 2 的背面电极 9 和安装部 15 进行电/物理连接（齐纳 D/B 工艺）。

在第 S37 步的芯片连接工艺中，对于安装部 15 上的 Si 二极管元件 2 配置 LED 元件 1。详细讲，首先，将 LED 元件 1 的电极形成的面朝向下方，让 LED 元件 1 接近 Si 二极管元件 2。然后，LED 元件 1 的电极对准 Si 二极管元件 2 的电极 7、8 的位置，一边让 LED 元件 1 的电极和微型凸柱 11、

12 接触，一边加入热、超声波和重量。这样，通过将微型凸柱焊接到电极上，将 LED 元件 1 通过微型凸柱连接到 Si 二极管元件 2 上。根据该连接，LED 元件 1 通过微型凸柱与 Si 二极管元件 2 进行电/物理固定。

在第 S37 步的引线键合工艺（W/B 工艺）中，Si 二极管元件 2 的连接焊盘部 10 和另一引线框架 13b 之间用引线 17 进行连接。这样，得到图 20 的半导体发光装置。

实施例 17

在实施例 13（图 21）中，微型凸柱是用柱针法在 LED 元件的电极上形成，在本实施例中，微型凸柱是用 Au 电镀法在 LED 元件的电极上形成。其它方面，由于与实施例 13 相同，省略其详细说明。

图 32A 和图 32B 分别为表示用电镀法形成微型凸柱后 LED 元件 1 的俯视图和剖视图。

图中所示 LED 元件 1 的结构与图 31A 和图 31B 所示的 LED 元件 1 的结构本质上是相同的，不同点在于，微型凸柱是 Au 电镀凸柱，在 LED 元件 1 表面上形成了保护膜 39，以及 n 电极 6 的形成电极较小。

实施例 18

在实施例 14（图 22）中，微型凸柱是用柱针法在 LED 元件的电极上形成，在本实施例中，微型凸柱是用 Au 电镀法在 LED 元件的电极上形成。其它方面，由于与实施例 14 相同，省略其详细说明。

实施例 19

图 25 为表示本实施例的流程图。本实施例的制造方法包含微型凸柱是用 Au 电镀法在基片状态的 Si 二极管元件的电极上形成的工艺。除此之外，和实施例 15 相同。即，依次进行第 S41 步的 LED 展开工艺、第 S42 步的等级分类工艺、第 S43 步的电镀凸柱形成工艺、第 S44 步的芯片连接工艺、第 S45 步的切割工艺、第 S46 步的移栽工艺、第 S47 步的 D/B 工艺、第 S48 步的 W/B 工艺。

实施例 20

图 26 为表示本实施例的流程图。本实施例的制造方法包含微型凸柱是用 Au 电镀法在基片状态的 Si 二极管元件的电极上形成的工艺。除此

之外，和实施例 6 相同。即，依次进行第 S51 步的 LED 展开工艺、第 S52 步的等级分类工艺、第 S53 步的电镀凸柱形成工艺、第 S54 步的切割工艺、第 S55 步的齐纳展开工艺、第 S56 步的齐纳 D/B 工艺、第 S57 步的芯片连接工艺、第 S58 步的 W/B 工艺。

在上述那样的倒装型半导体发光装置中，由于蓝宝石基板一侧为主要的取出面，对于基片上形成半导体发光装置时，可以在和检测器相反一侧成为取出面。这样，即使取出面在检测器相反一侧，在形成电极一侧多少也会漏出一定程度的光，虽然也可以用检测器检测出该光，但由于整体的光量不足，不能高精度测量光的波长和亮度。

对此，为了能够在基片上形成半导体发光元件的状态下用检测器进行光特性的测定，例如通过在形成电极的一侧设置为了取出光的开口部，增加光量，这是一种有效的手段。

但是，为了形成这样的开口部，除半导体发光元件的电极形成过程将变得复杂以外，开口部的尺寸精度在光蚀刻工艺和蚀刻工艺中可能会发散，影响高精度的光特性的测定。

实施例 21

参照图 34，说明本发明的制造方法的又一实施例。

在本实施例中，微型凸柱用柱针法在基片状态的 Si 二极管元件即附装元件的电极上形成，在芯片化的半导体发光元件连接到附装元件上之后，进行光特性检测。

首先，在进行了第 S61 步的 LED 展开工艺以后，在第 S62 步的柱针形成工艺中，在基片上包含的 Si 二极管元件 2 的 p 侧电极 7 和 n 侧电极 8 上形成柱针 11、12。

其次，实行第 S63 步的芯片连接工艺。具体讲，对于基片内的各 Si 二极管元件 2，配置等级分类后的 LED 元件 1。详细讲，首先，将 LED 元件 1 的电极形成的面朝向下方，让 LED 元件 1 接近包含 Si 二极管元件 2 的基片。然后，LED 元件 1 的电极对准 Si 二极管元件 2 的电极 7、8 的位置，一边让 LED 元件 1 的电极和 Si 二极管元件 2 的微型凸柱 11、12 接触，一边加入热、超声波和重量。这样，通过将微型凸柱焊接到电极上，

将 LED 元件 1 通过微型凸柱连接到 Si 二极管元件 2 上。根据该连接，LED 元件 1 通过微型凸柱与 Si 二极管元件 2 进行电/物理固定（芯片连接工艺）。

在此，倒装型半导体发光元件 1 芯片连接到基片状态的 Si 二极管元件 2 上成为整体。这时，半导体发光元件 1 变成蓝宝石基板 1a 朝向上方的姿势。

接下来，在第 S64 步中，将基片放在探针的测试台上，让探针接触附装元件 2 的连接焊盘部 10，在测试台和探针之间通电。图 35 为表示在此阶段的基片 90、探针 102 以及光检测器 105 之间的关系。通电后，半导体发光元件发光，蓝宝石基板 1a 的上面成为发光亮度最大的光取出面。为此，射向配置在基片上方的检测器 105 的光量足够，可以进行高精度测定其波长和亮度。而且在基片 90 上，按一定的间隔排列着成一整体的半导体发光元件 1，可以高效率测定。

在光特性的检测工艺以后，在图 34 的第 S65 步中，将基片张贴在薄片上，用切割装置经过切割分离成芯片（参照图 28）。在第 S66 步进行波长和亮度的等级分类，整体化构造移栽到托盘中。

进一步，在第 S67 步中，按照附装元件 2 的背面电极 9 朝下，将一体化元件通过导电性糊浆 14 电连接到引线框架 13a 的安装部 15 上并固定（D/B）。

在其次，在第 S68 步，在附装元件 2 的连接焊盘部 10 和另一引线框架 13b 之间用引线 17 进行连接（W/B），最后，用封装树脂 18 封装，得到搭载倒装型的半导体发光元件 1 的半导体发光装置（图 20）。

在本实施例的制造方法中，虽然柱针是在附装元件 2 的电极一侧上用柱针法形成，即使在半导体发光元件 1 的电极一侧上形成，也可以按同样的方法进行光特性检测。

在本实施例的制造方法中，半导体发光元件 1 通过微型凸柱 11、12 与附装元件 2 的电极连接，变成蓝宝石基板 1a 朝上的姿势。因此，在用探针进行光特性检测中，蓝宝石基板 1a 的上面成为发光亮度最大的光取出面，射向检测器 D 方向的光量足够，可以进行高精度测定其发光波长和

发光亮度。

这样,和形成 p 侧和 n 侧电极的面相对的相反一侧的透明基板的表面即发光亮度大的光取出面,由于通过微型凸柱在附装元件上进行电极之间的连接,成为朝上的姿势,可以将这样芯片连接的部分作为检测对象。因此,在用探针进行光特性检测工艺中,可以从光取出面获得足够的光,因此可以进行高精度的波长和亮度测定,得到高品质的发光元件。

还有,在基片上按一定的间隔排列的成整体化的发光元件,由于其光取出面处于朝上的姿势,所以在用探针进行光特性检测中,可以高效率并且高精度地进行发光波长和发光亮度的测定,提高成品率。

如上所述,在本发明实施例的制造方法中,多个附装元件成行列状形成的基片状态的附装元件的 2 个独立的电极上,通过微型凸柱电连接芯片状的半导体发光元件的 p 侧和 n 侧电极并成为整体化(芯片连接工艺)以后,实施光特性检测工艺和等级分类工艺。依据该方法,在基片上按一定的间隔排列的成整体化的发光元件,由于其光取出面处于朝上的姿势,可以高效率并且高精度地进行光特性即波长和亮度的测定。

但是,在进行光特性检测工艺时,附装元件并不需要处于基片状态上,附装元件也可以芯片化。发光元件的透明基板的背面,即发光亮度大的光取出面,朝向光检测器的方向,只要发光元件通过微型凸柱连接到附装元件上,就可以从光取出面获得足够的光,可以高精度地进行波长和亮度的测定。

如以上所说明的那样,依据本发明的发光元件,通过采用微型凸柱,可以不需要连接焊盘部,所以可以实现元件的小型化和提高亮度。

还有,依据本发明的发光元件,在进行具有微型凸柱的倒装构造的发光元件的检测工艺和组装工艺时,消除了可能出现的各种问题,可以实施无障碍检测和组装。

依据本发明的半导体发光装置,提供一种在具有设置在绝缘基板上的半导体发光元件,同时内藏有防止对静电等高电压所施加的破坏的功能的高可靠性发光装置。

依据本发明的半导体发光装置的制造方法,如 GaN 系 LED 元件那样,

对于具有在绝缘基板上形成的 p 型半导体区域和 n 型半导体区域的发光元件, 在该 p 型半导体区域和 n 型半导体区域之间施加高电压时可以实现旁通两半导体区域并联连接为流通电流的二极管元件等静电保护元件的结构, 可以高成品率地制造形成在绝缘板上并具有防止静电等破坏的功能的高可靠性发光装置。进一步, 通过在发光装置和静电保护元件的电连接状态、或者从发光元件的光的集光手段方面下工夫, 可以使发光装置小型化和提高光的取出效率。

本发明的半导体发光装置的制造方法, 包含对处在基片状态下的附装元件连接半导体发光元件的工艺时, 作为附装元件可以容易采用硅二极管等半导体元件。硅二极管等半导体元件采用硅基片可以同时多个制造。当附装元件在基片内按行列规则排列时, 可以容易进行芯片连接工艺。

在半导体发光元件一侧形成柱针时, 半导体发光元件的电极采用 Au 或者 Al 构成为好。这样做, 不必要采用特殊的电极结构, 具有在 LED 元件检测完了以后仅对合格品的元件形成微型凸柱的优点。但是, 在相对基片状态的附装元件连接半导体发光元件的方法中, 连接后, 要采用切割等方法将和半导体发光元件成整体的附装元件从基片分离成芯片, 如果连接时的位置对准精度不好, 切割时切割用切刀有可能会接触半导体发光元件。

对此, 对于不处于基片状态而处于独立状态的附装元件而言, 通过微型凸柱连接半导体发光元件时, 位置对准精度可以有较大的自由度。

在用电镀形成微型凸柱时, 可以使芯片尺寸小型化, 降低成本。还有, 形成微型凸柱工艺的位置精度比形成柱针工艺的位置精度要好。

依据附装元件排列在基片上时形成柱针的方法, 通过在附装元件上形成柱针, 可以容易处理半导体发光元件。

本发明可以将通过形成在绝缘性基板上的半导体多层膜得到发光的发光元件小型化, 同时采用能发挥从静电破坏中保护发光元件的功能的附装元件, 可以实现倒装构造的紧凑型封装。这样, 本发明在 LED 灯等发光装置的领域中提供一种可批量生产的优异的高亮度的发光装置。

说明书附图

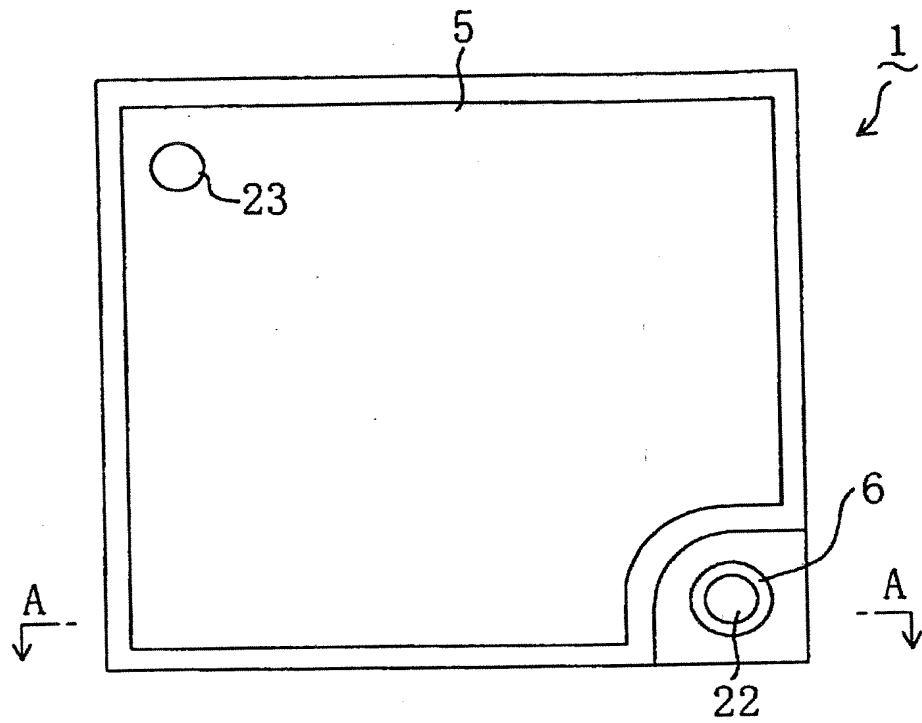


图 1

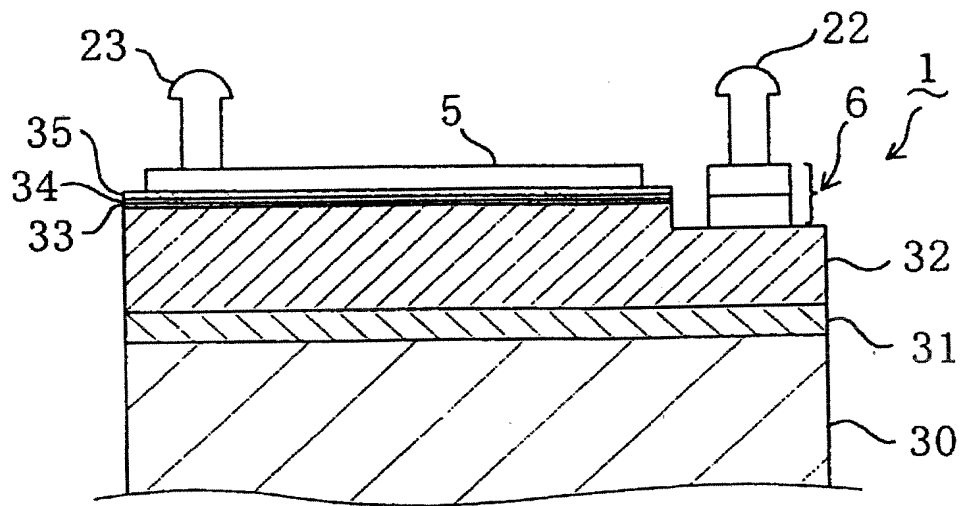


图 2

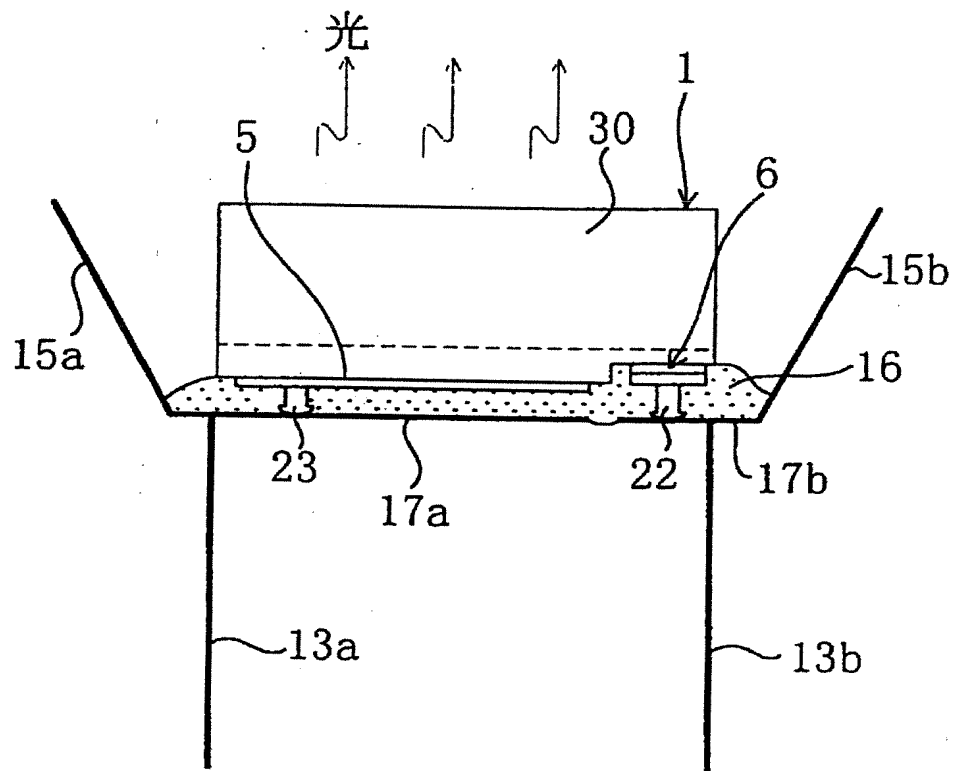


图 3

图 4A

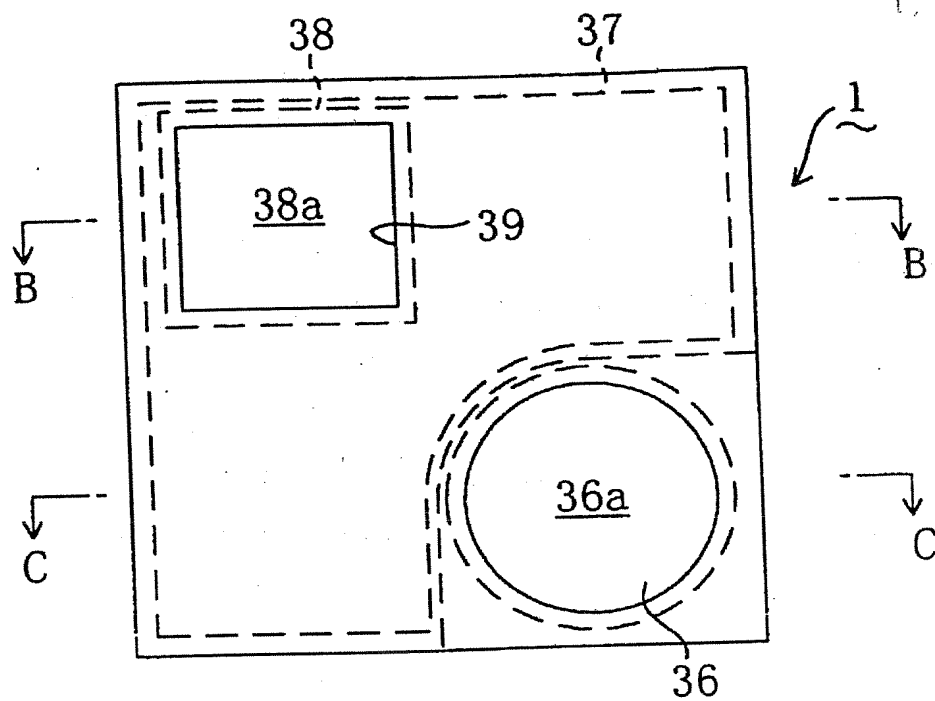


图 4B

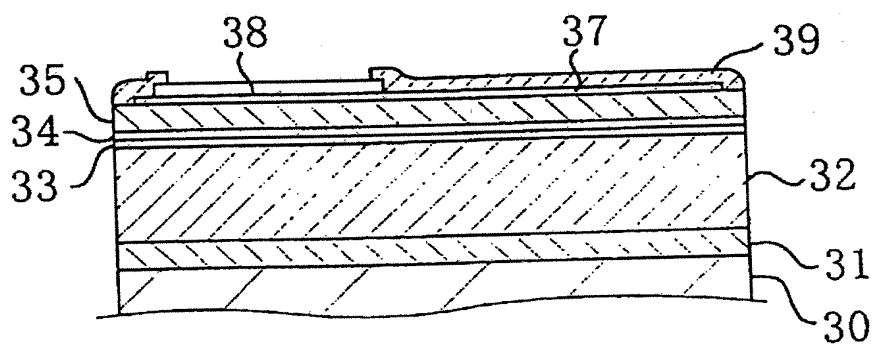
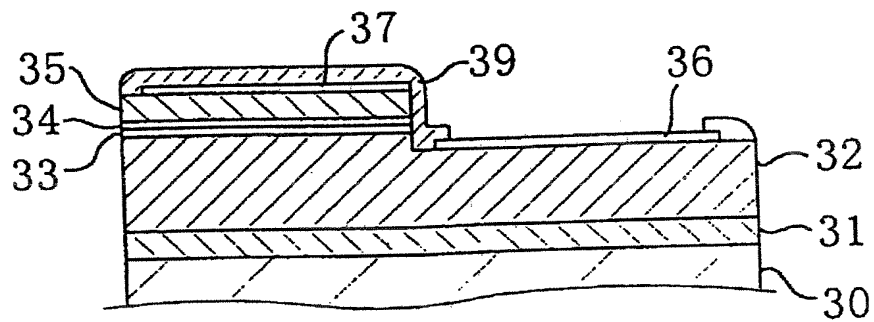


图 4C



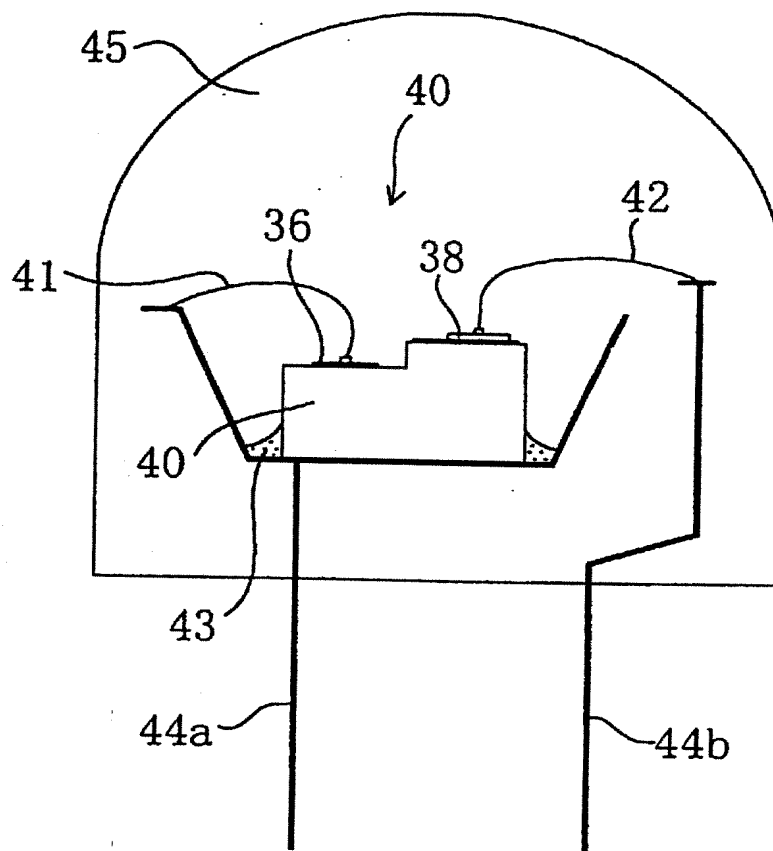


图 5

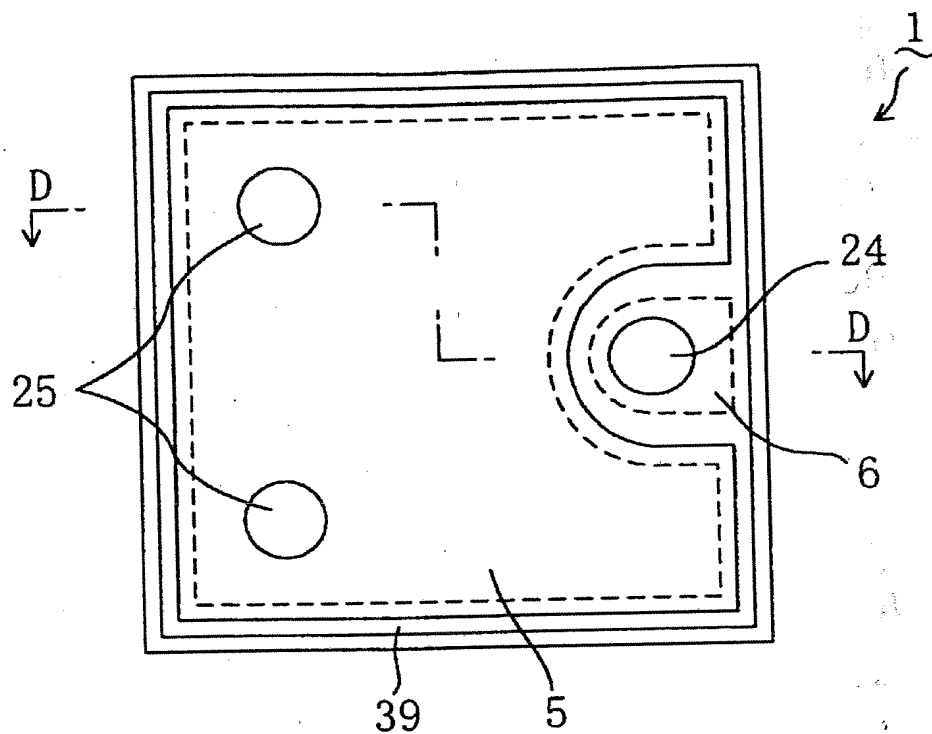


图 6A

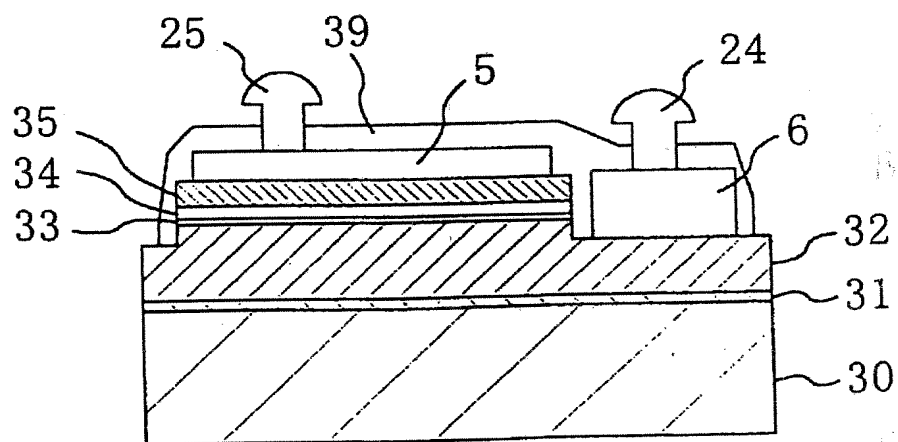


图 6B

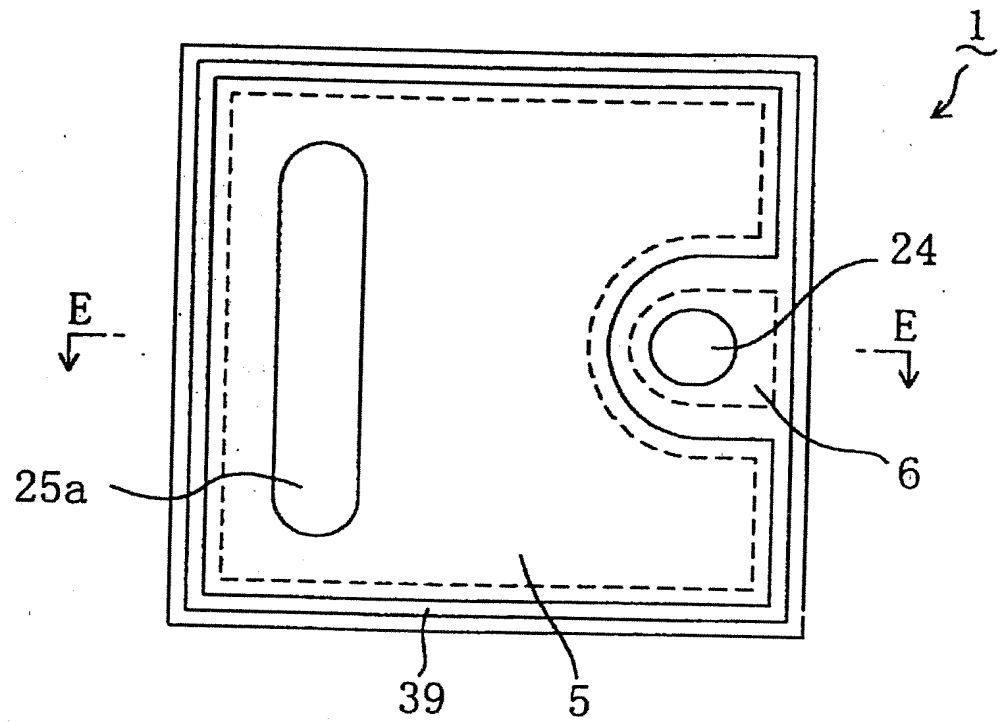


图 7A

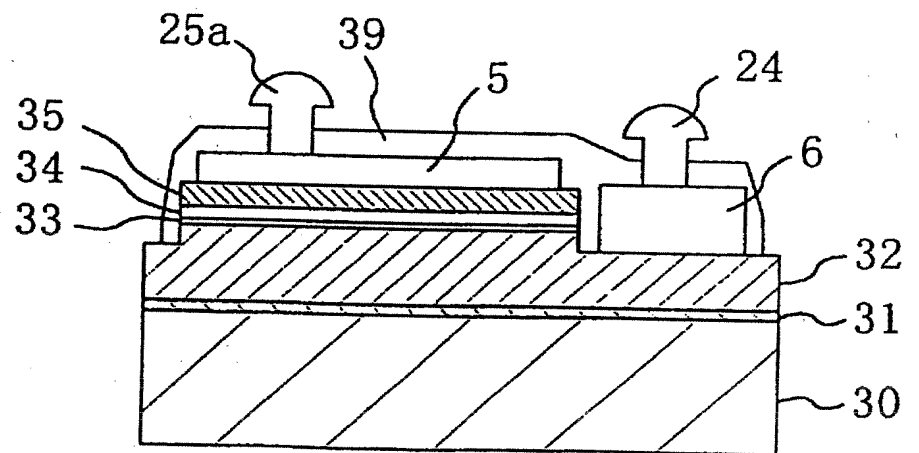


图 7B

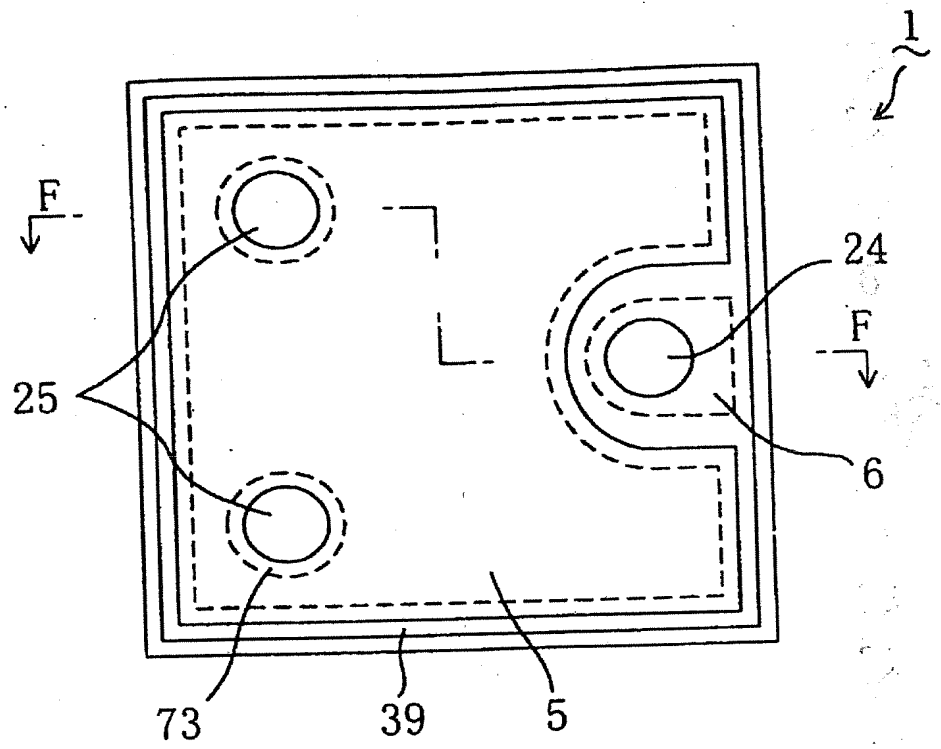


图 8A

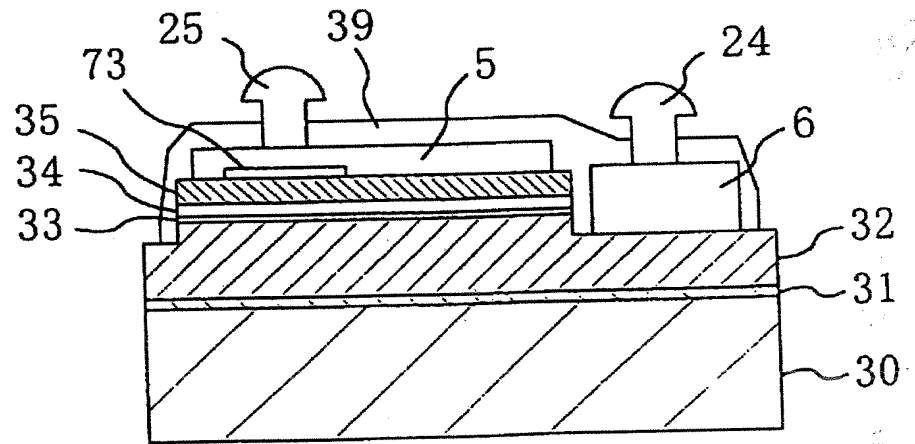


图 8B

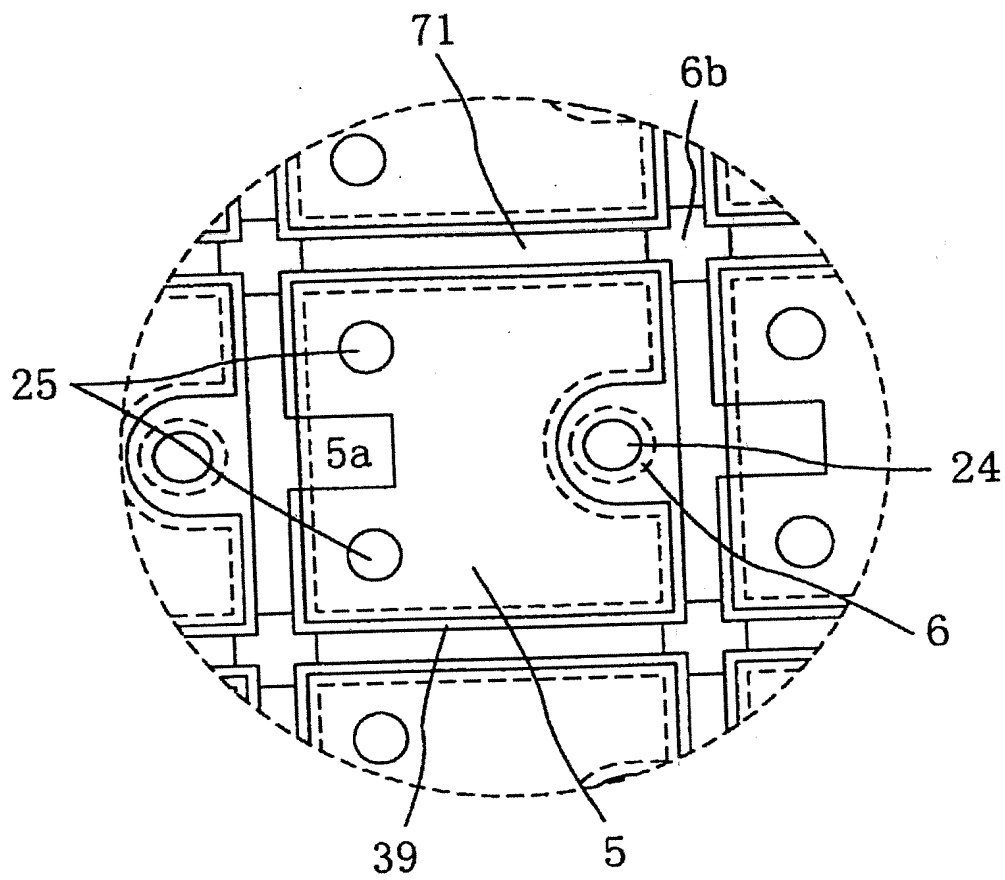


图 10

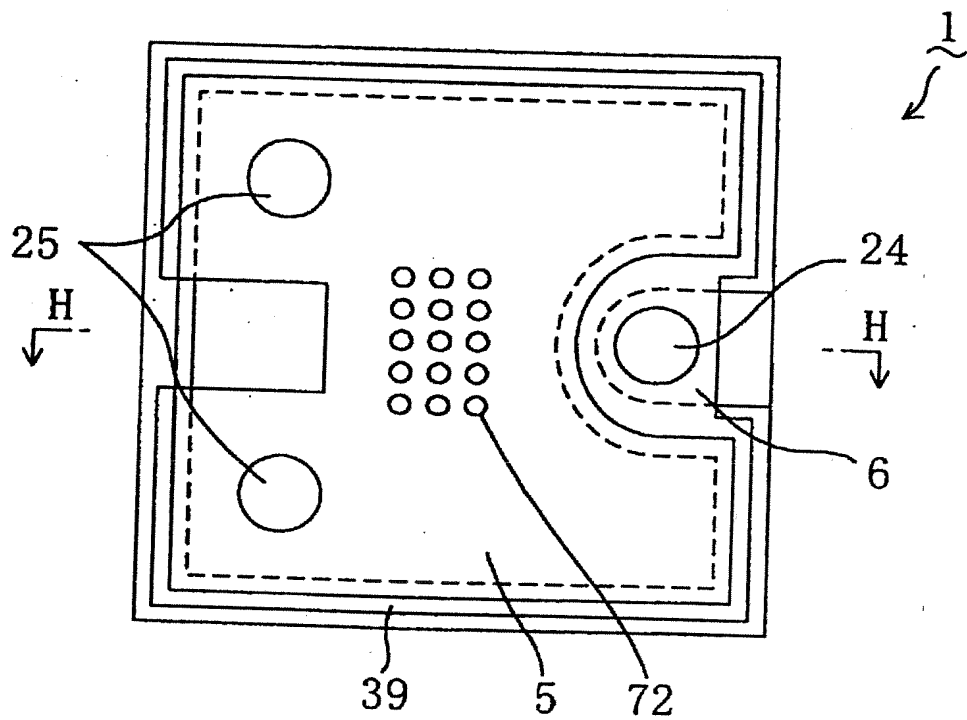


图 11A

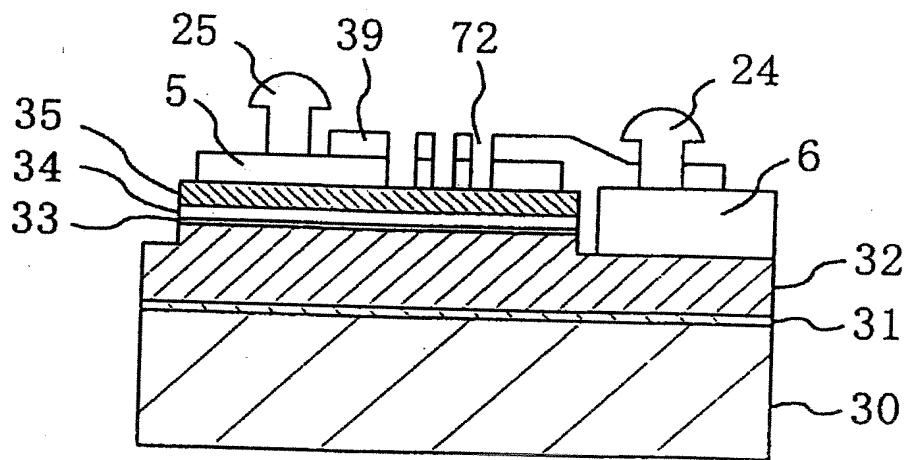


图 11B

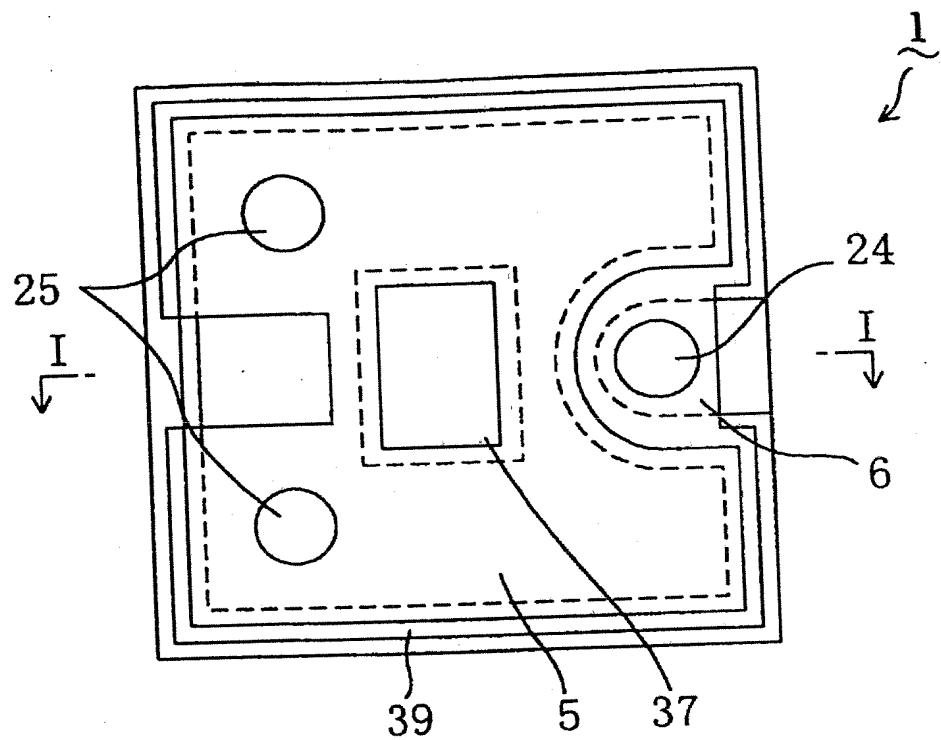


图 12A

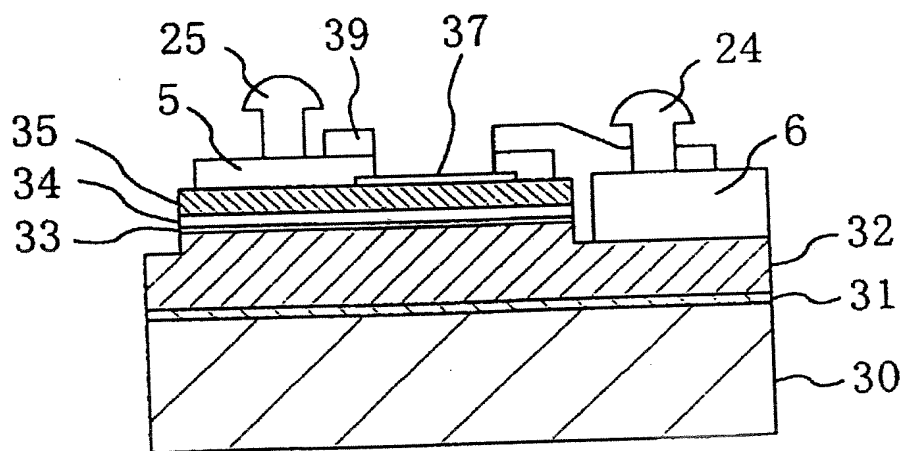


图 12B

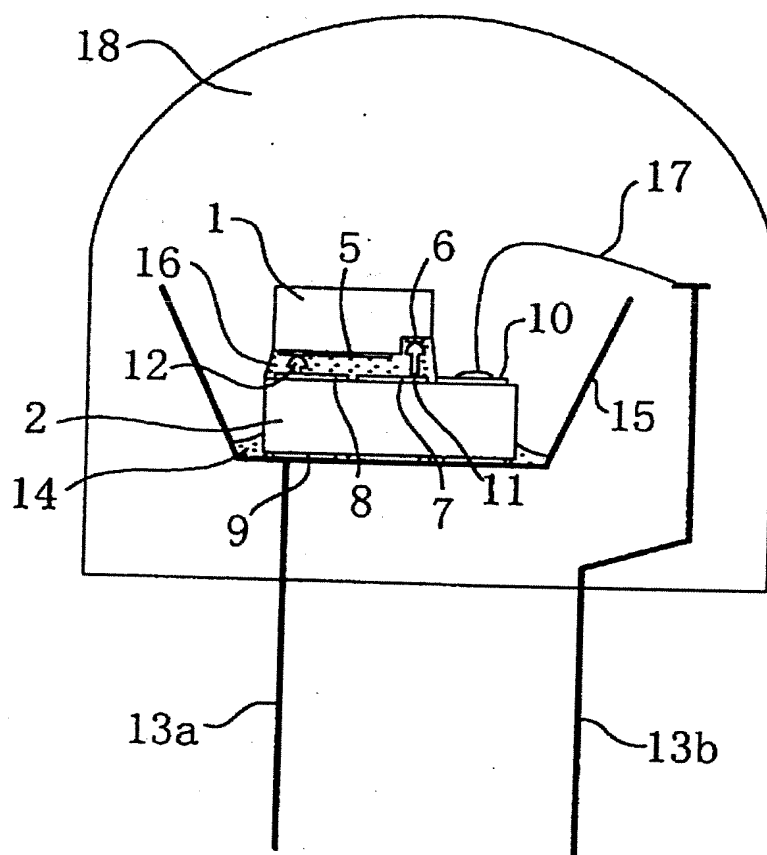


图 13

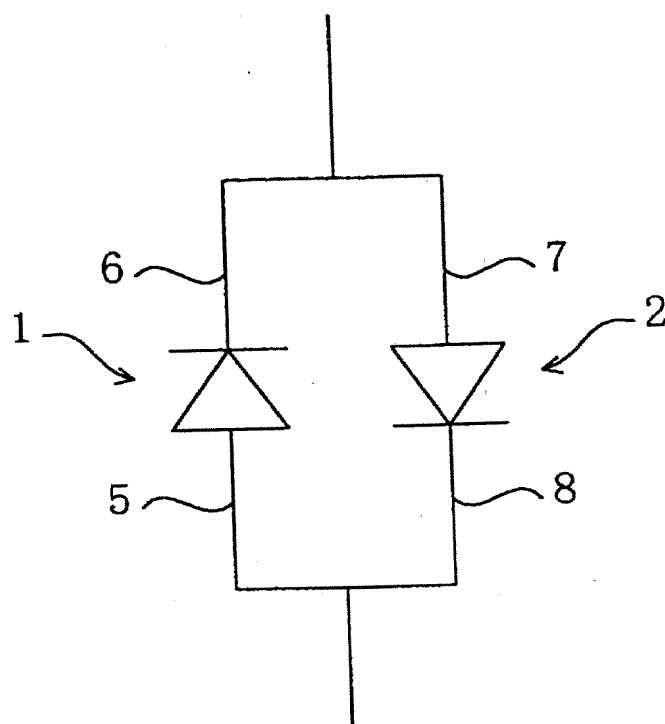


图 14

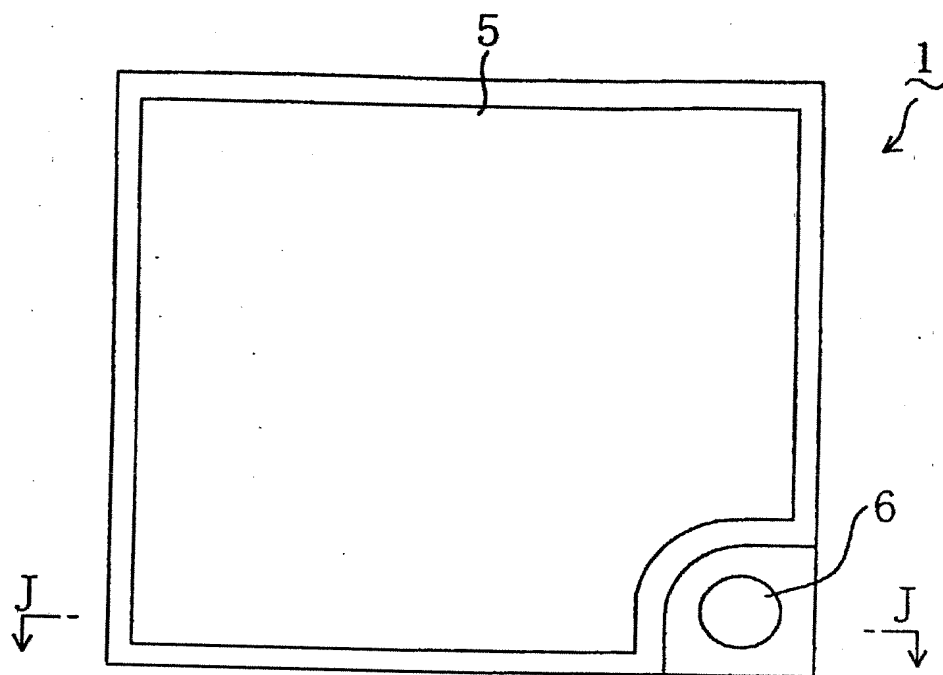


图 15A

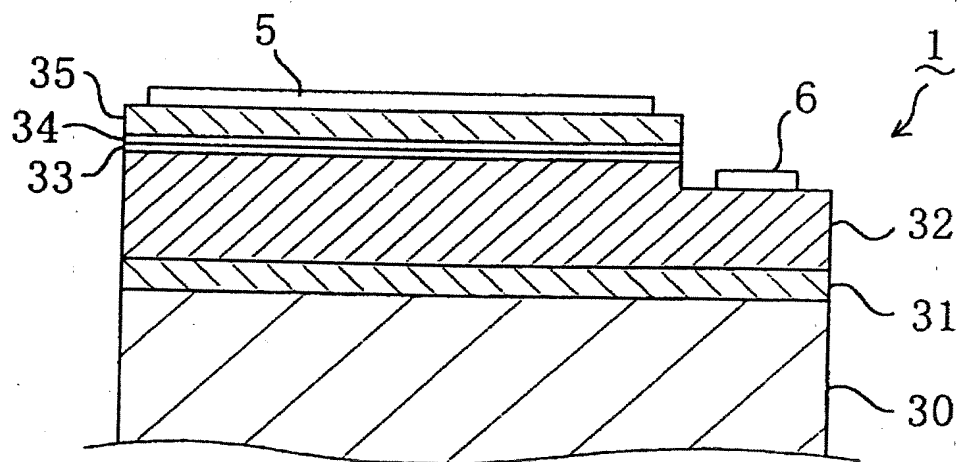


图 15B

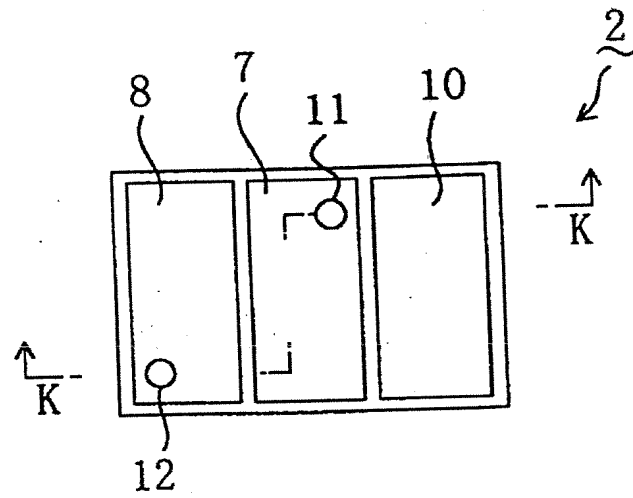


图 16A

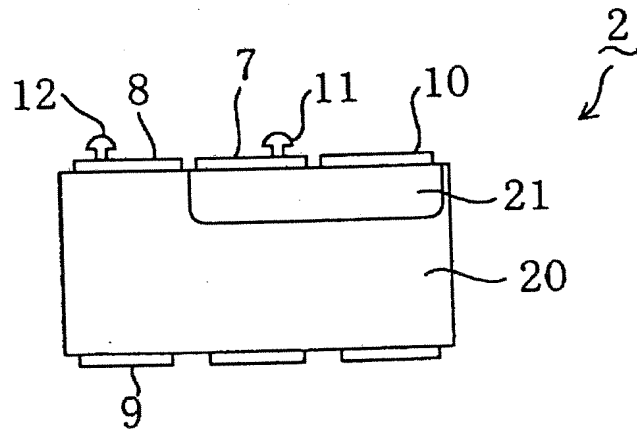


图 16B

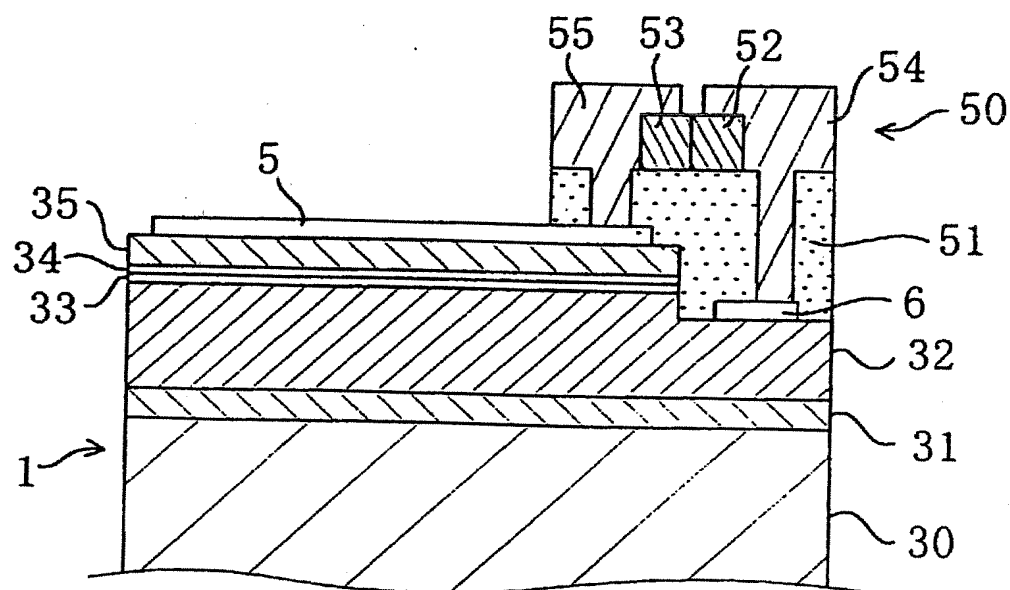


图 17

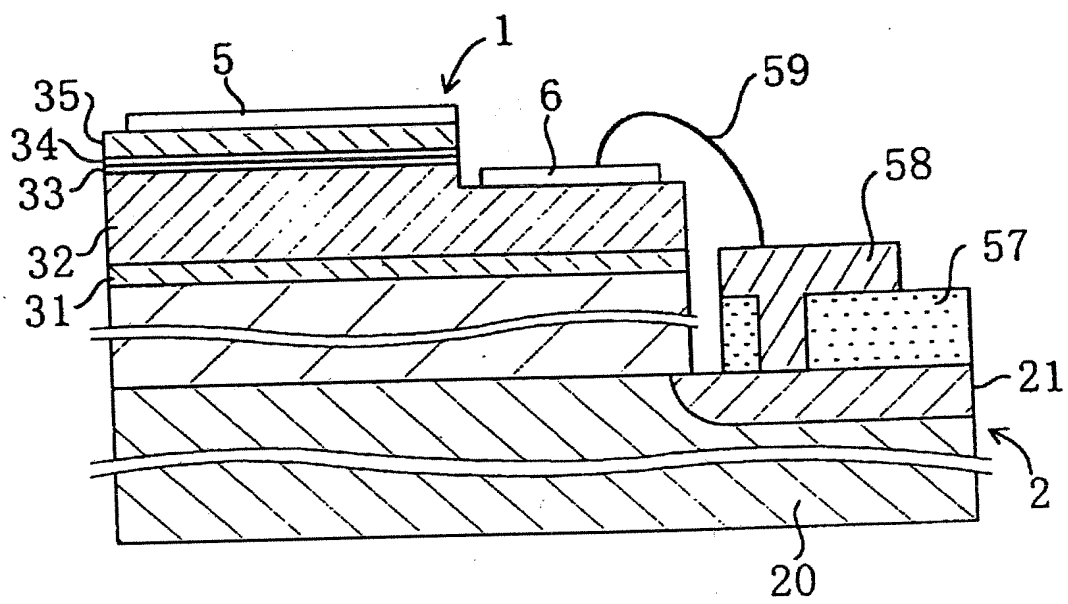


图 18

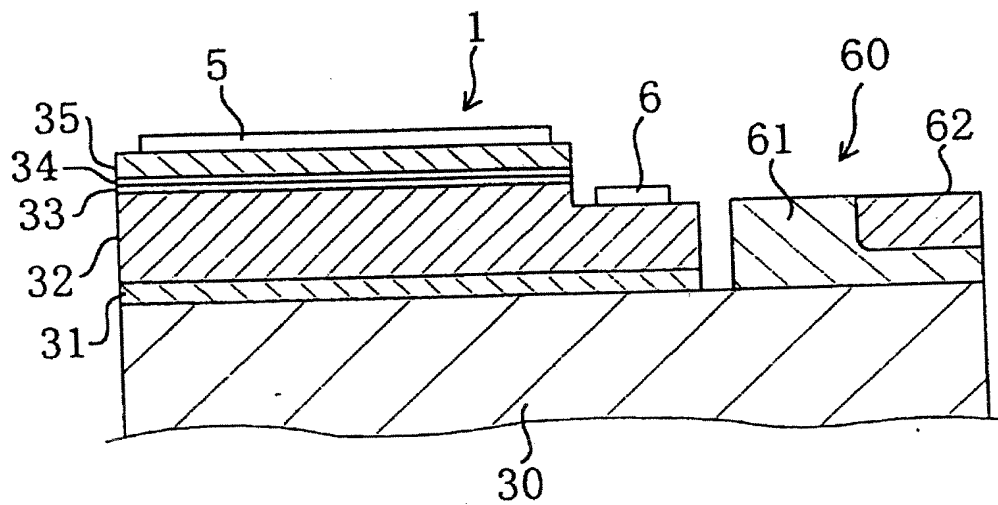


图 19

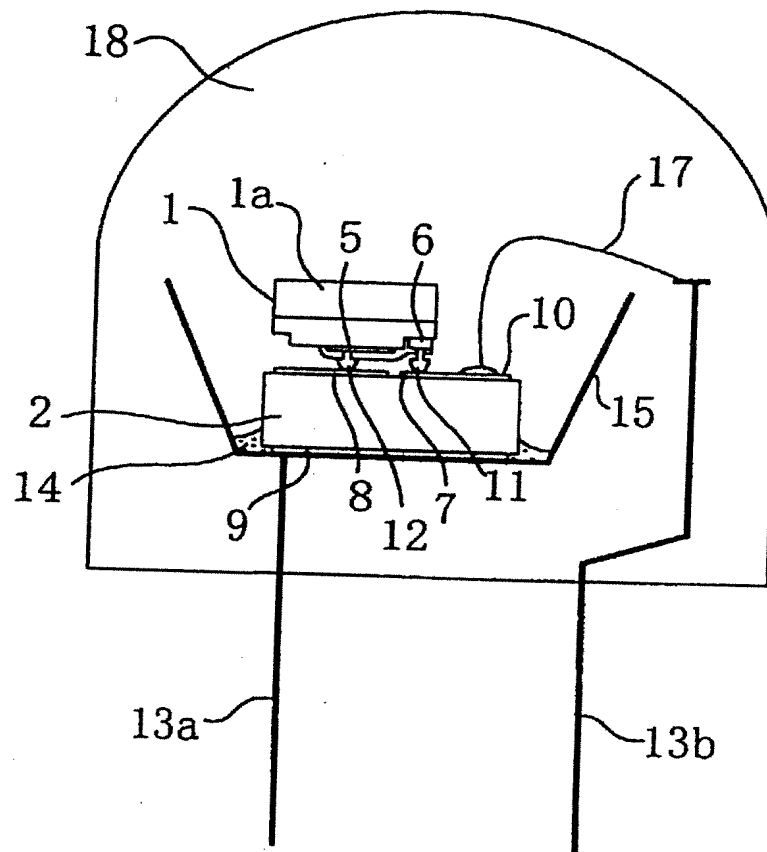


图 20

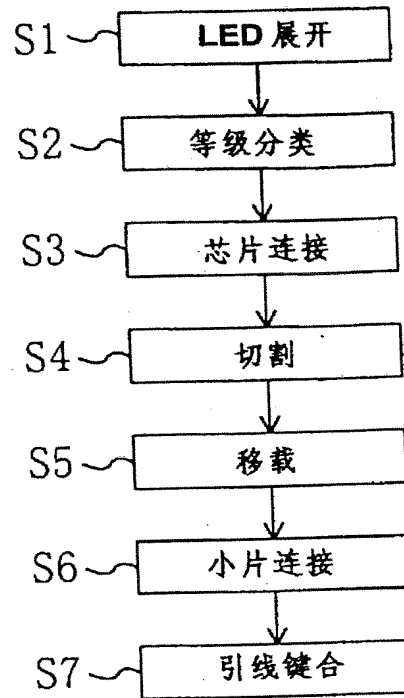


图 21

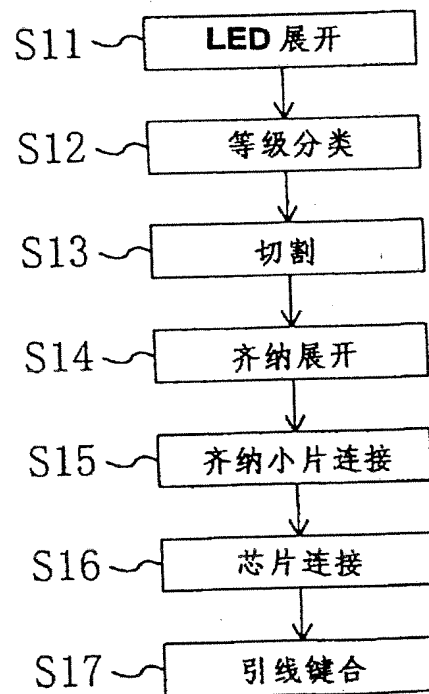


图 22

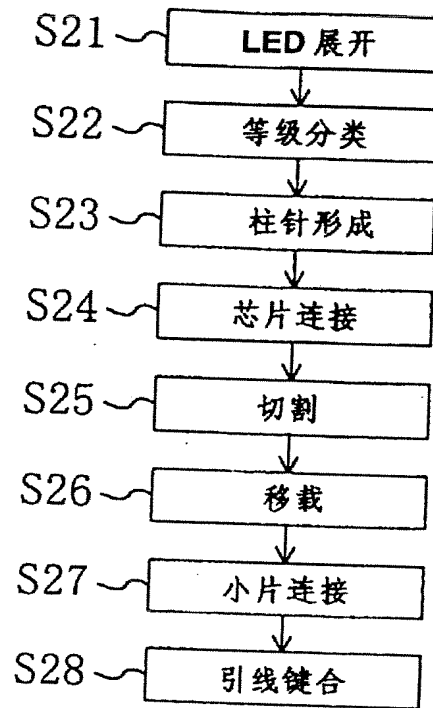


图 23

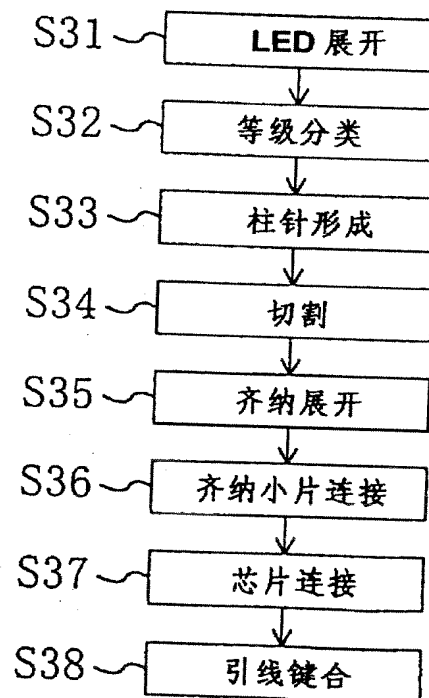


图 24

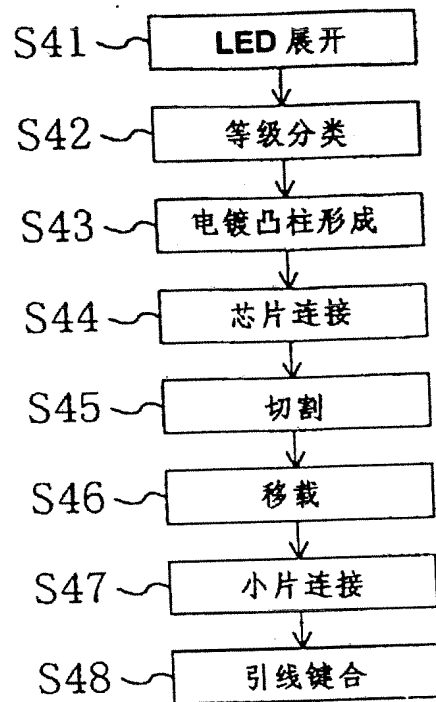


图 25

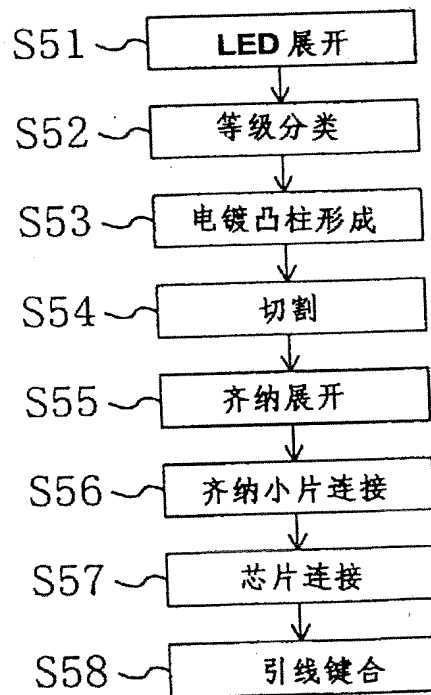


图 26

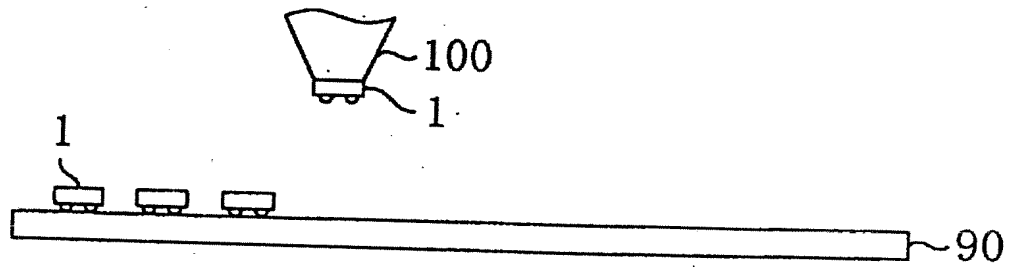


图 27

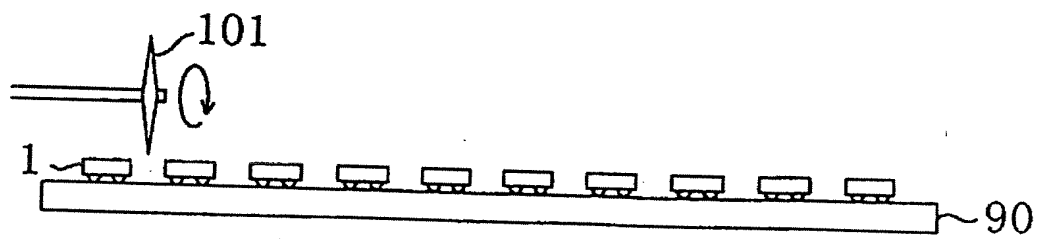


图 28

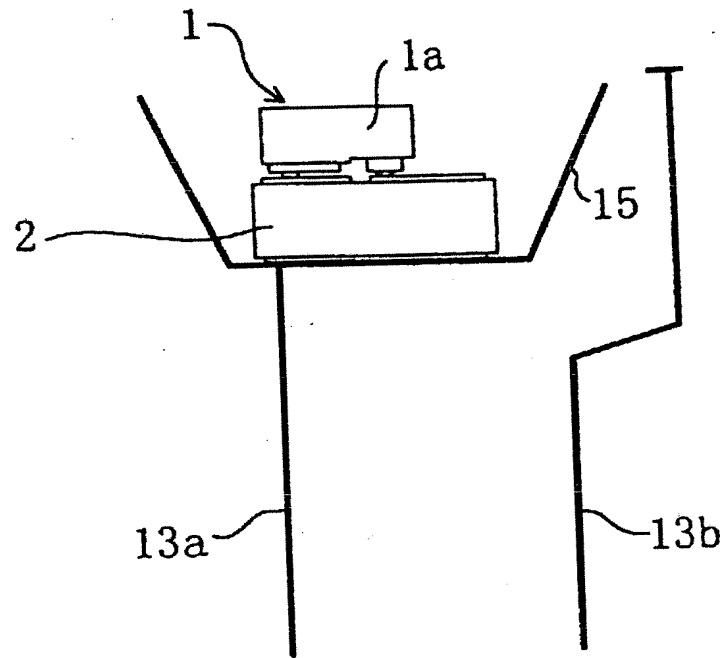


图 29

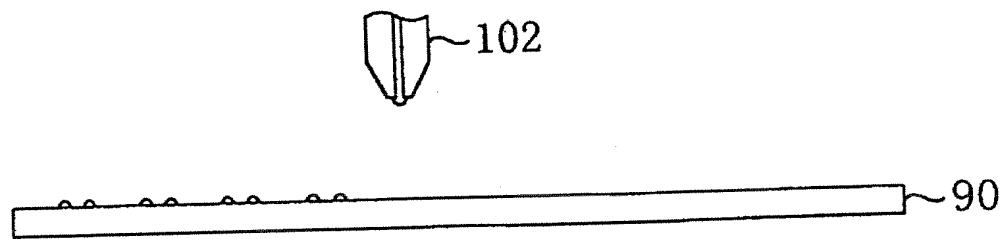


图 30

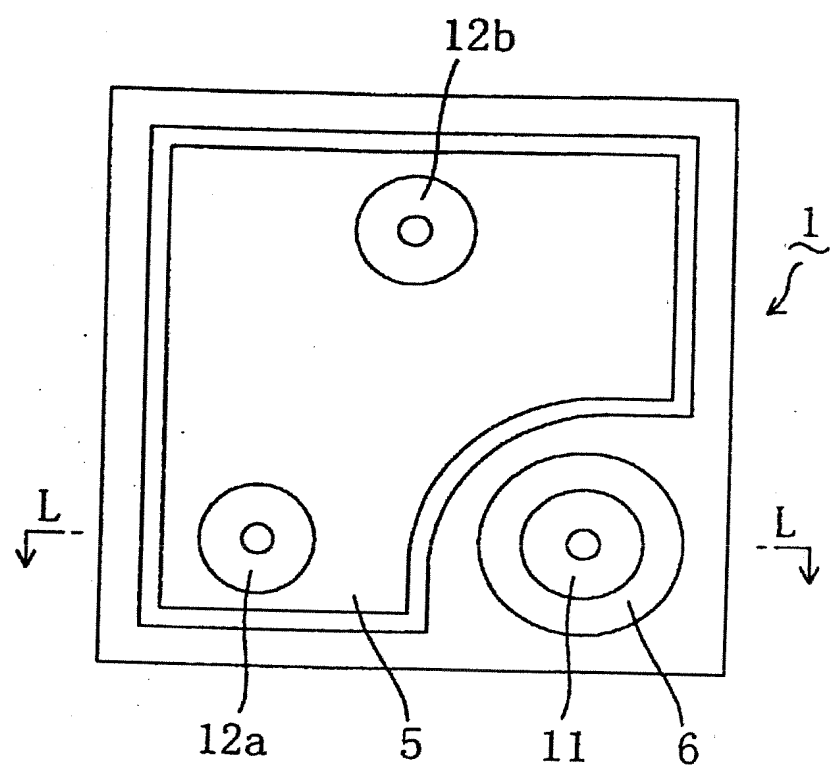


图 31A

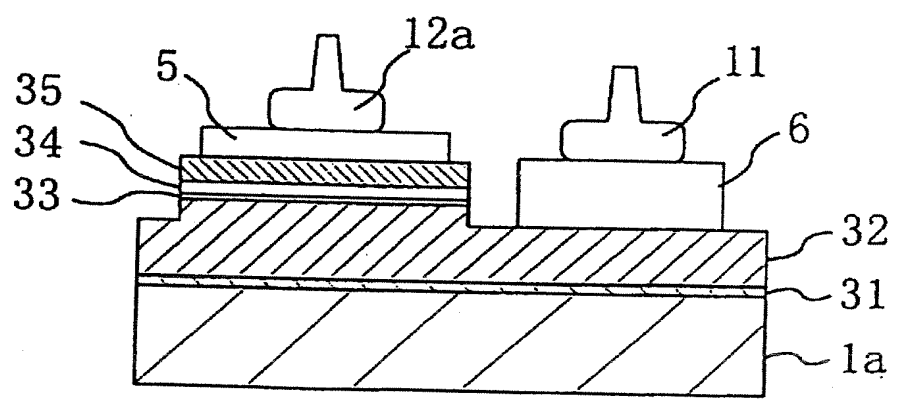


图 31B

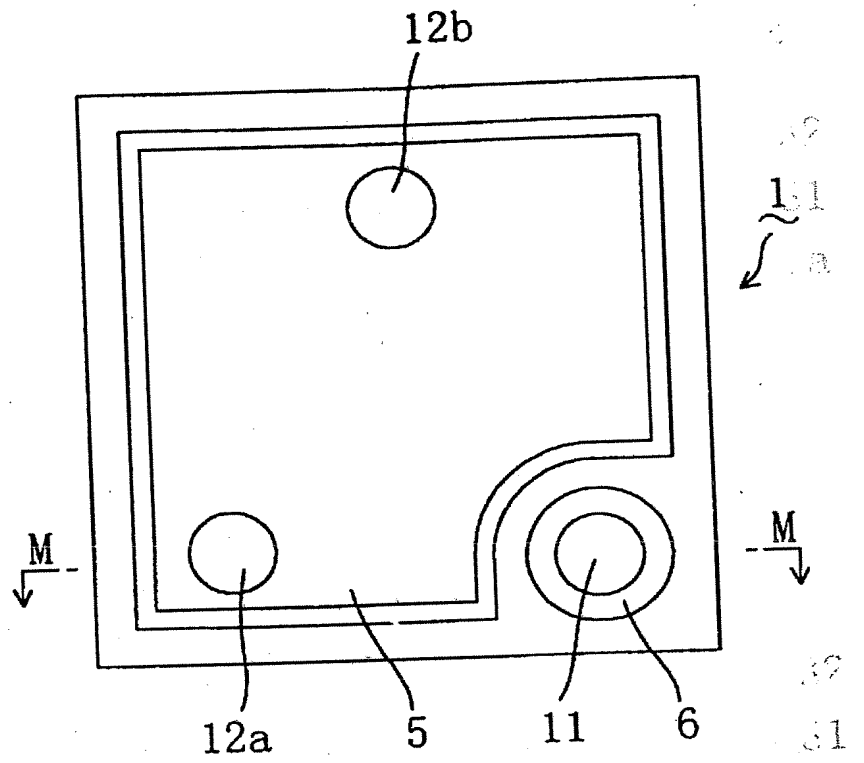


图 32A

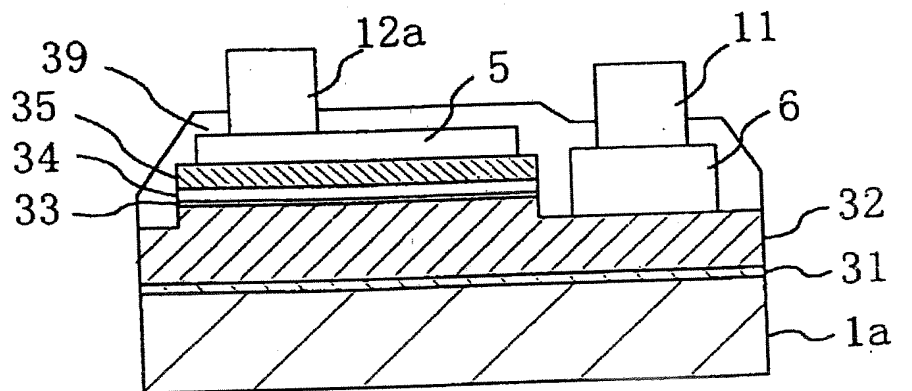


图 32B

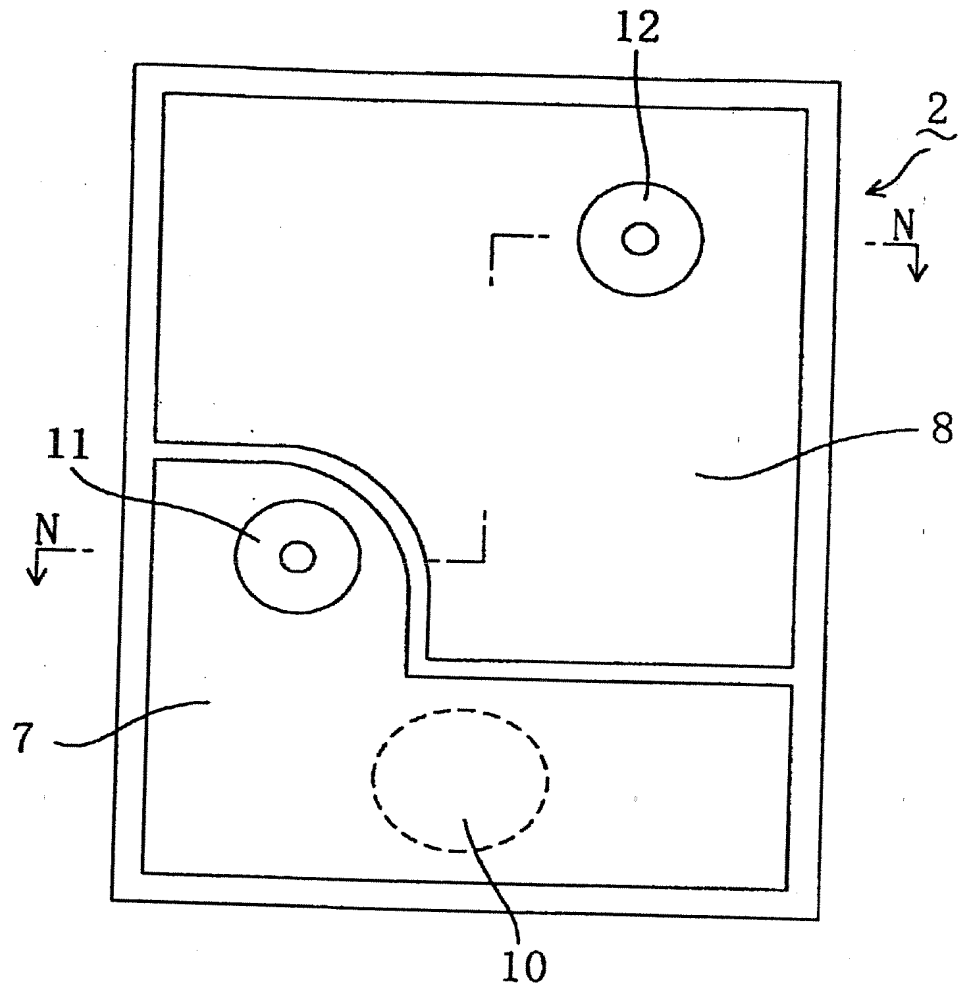


图 33A

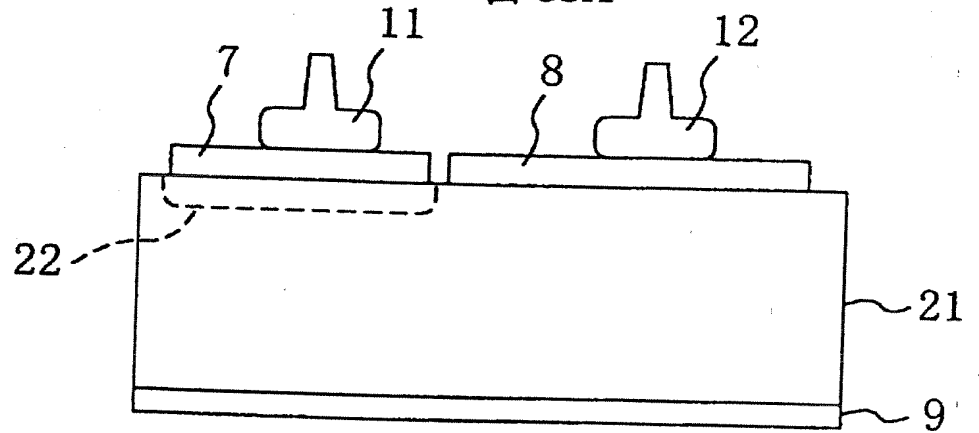


图 33B

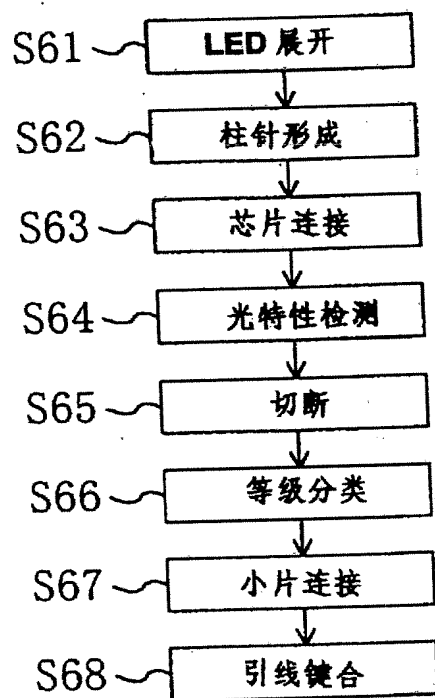


图 34

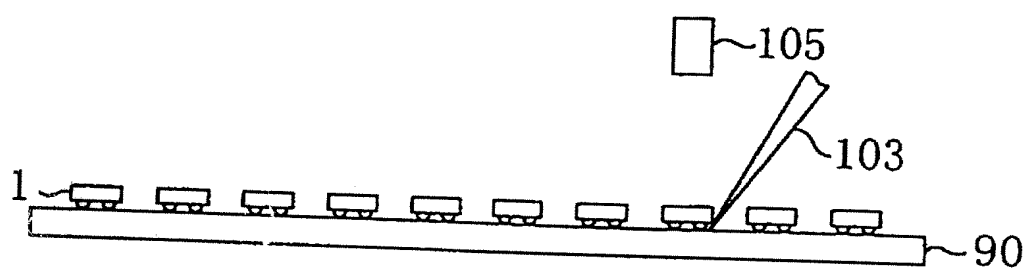


图 35

